

284v
v. 2 EERSTE STUK.
pt. 1

VERHANDELINGEN

VAN HET

GEOLOGISCH-MIJNBOUWKUNDIG
GENOOTSCHAP

VOOR

NEDERLAND EN KOLONIËN.

JUN 12 1914
GEOLOGISCHE SERIE.

DEEL II, Blz. 1—112.

Dr. W. C. KLEIN. — HET DILUVIUM LANGS DE LIMBURGSCHE MAAS.

JUNI 1914.

's-GRAVENHAGE — MOUTON & Co. — 1914.

GEOLOGY LIBRARY

BIJDRAGEN

te zenden aan den Secretaris der Redactie-Commissie
Jhr. Dr. C. G. S. SANDBERG, Geologisch-Bureau
18 Spruitenboschstraat, Haarlem.

550
N284v
v.2

 UNIVERSITY OF
ILLINOIS LIBRARY
AT URBANA-CHAMPAIGN
GEOLOGY

HET DILUVIUM LANGS DE LIMBURGSCHÉ MAAS.

DOOR

Dr. W. C. KLEIN, M. I.



Digitized by the Internet Archive
in 2015

550
N284✓
V. 2
pt. 1

Geology

INHOUD.

	pag.
INLEIDING	5
HOOFDSTUK I. Het plateaulandschap der delta	10
Vorm van het landschap	10
Plateaugrint (hoofdterras)	11
Het oudste diluviale grint	13
De deltarand en het vuursteeneluvium van het Senoon	17
Oude armen	18
De löss	21
Duinen op het plateau	26
HOOFDSTUK II. Eilanden van oudere gronden in de diluviale delta	28
Het Ubaghsberg-eiland	28
Het Nieuwenhager-eiland	32
Briquet's indeeling der Limburgsche terrassen . .	36
Variaties in de hoogteligging van het plateaugrint en hunne oorzaken	39
HOOFDSTUK III. Het tegenwoordige Maasdal in engeren zin . . .	45
Inleiding	45
Alluvium en Laagterras	46
Middenterrassen	50
HOOFDSTUK IV. Aangrenzende Maasterrassen boven Zuid-Limburg en vergelijking met de terrassen in Zuid-Limburg	63
HOOFDSTUK V. Maasterrassen beneden Zuid-Limburg en vergelijking met de terrassen in Zuid-Limburg	67
HOOFDSTUK VI. Kleine insnijdingen in het deltaplateau. Beekdalen	77
HOOFDSTUK VII. Petrografische samenstelling van het grint langs de Maas. Fossiele resten	84
HOOFDSTUK VIII. Pliocene fluviatiele afzettingen	88
HOOFDSTUK IX. Beschrijving van panorama's der terrassen . . .	102
op den Ubaghsberg	102
„ „ Gulperberg	104
te Bek bez. Heerlen	106
Kurze Übersicht (in deutscher Sprache)	109
Lijst van platen, kaarten en figuren	112

INLEIDING.

Deze studie over het Maasdilluvium lag reeds voor ongeveer drie jaren jaren in manuscript gereed, wat het essentieële der waarnemingen in Limburg betreft. Ik kon toenmaals niet besluiten om tot publicatie over te gaan, wijl door mij te weinig zekerheid verkregen was omtrent het tijdsverband tusschen de fasen dezer dalgeschiedenis en die der glaciaties in Alpen en Vogezen. Een reis, langs de Maas ondernomen tot aan haar oude bronnen in de Vogezen, leerde mij wel zeer veel omtrent een *mogelijk* verband der Limburgsche terrassen met de Vogezen-glaciaties, maar schonk toch op geen enkel punt absolute zekerheid. Een plateau-terras bleek nog het meest constant aanwezig te zijn, al vertoont dit langs het Fransche riviervak van Pagny-sur-Meuse tot Mézières dan ook gapingen welke vele tientallen K.M. bereiken. Middenterassen waren veel zeldzamer en ik zag, dat zij behalve het kleine voorkomen van Herstal, eigenlijk alleen in Zuid-Limburg mooi ontwikkeld en in dit dichtbevolkte land met zijn vele groeven en putten ook goed te bestudeeren zijn. Omdat ook het plateaugrint eerst vanaf Luik en met name vanaf Visé zich sterk verbreedt en ook in eenige niveaux differentiëert, blijkt Zuid-Limburg de meest volkomen terrassenontwikkeling van het geheele Maasdal te vertoonen. Het suggestieve kaartje van A. BRIQUET toonde dit reeds aan in 1907.

Helaas treden vanaf Sittard en ook vooral in Oostelijk Zuid-Limburg diluviale bewegingen op, welke het normale terrassenbeeld (met de oudste terrassen in de hoogste ligging en de jongste in de diepste) ten deele verduisteren.

Zoodoende is de studie van den samenhang met de Rijnterrassen belemmerd en ik durf als mijn meening uitspreken, dat dit verband nooit met zekerheid bekend zal worden.

Mijne reis naar de Vogezen schonk mij de overtuiging, dat de conservatie der middenterassen en zelfs der plateau-terrassen bezuiden Luik,

maar met name van Namen via Mézières tot Pagny-sur-Meuse dermate fragmentarisch is, dat hier eveneens nooit met zekerheid de verschillende terrassen van Zuid-Limburg tot aan de bronnen te volgen zullen zijn.

Het inzicht van het verband der terrassen beneden Pagny-sur-Meuse, met die boven Toul aan de Moezel wordt, door de bekende amputatie der Maas door de Moezel bij Toul, zeer bemoeilijkt. Daarbij komt, dat de parallelisatie der Vogezen-glaciaties met die der Alpen, zelfs na de mooie studie van LUCIEN MEYER, nog lang geen voldongen feit is.

Waar ik zodoende van het tendeele hopelooze van synchronisatie-studies langs de Maas ben overtuigd geworden, hebben andere ervaringen mij er toe gebracht ook in het locale voorkomen en de locale studie der terrassen van een bepaald riviervak, het belangwekkende te zien en afstand leeren doen van den wensch, de beschrijving der Limburgsche terrassen per se te willen completeeren met hunne parallelisatie met de Alpenglaciaties. De debatten, gevoerd over het Maasdiluvium bij de excursie der Belgische geologen in Zuid-Limburg in 1912, hebben mijn geloof in een verband van terrassen en glaciaties geschokt en met LOHEST en OESTREICH geloof ik thans meer en meer, dat de locale bodembewegingen den grootsten invloed hadden, zoo zij al niet uitsluitend voor de terrassen-vorming aansprakelijk gesteld moeten worden. STEINMANN, FLIEGEL, WUNSTORF en RUTOT, om van anderen te zwijgen, hechten m. i. te veel aan het dogma van de afhankelijkheid der terrassen van glaciaties.

Bij het herlezen van het manuscript van 1910, heb ik mij dientengevolge gemakkelijk kunnen bepalen tot Limburg en alleen de locale waarnemingen der latere jaren ingelascht. Het werk brengt dus nu zonder meer een stuk der diluviale riviergeschiedenis en wel die voor Limburg zelve en met name voor Zuid-Limburg, omdat aldaar een volledig stel terrassen aanwezig en toegankelijk is. Het aangrenzende Belgische gebied is voor de volledigheid ook even besproken; bij de vergelijking met Noord-Limburg steunde ik geheel op de door mijn collega TESCH, in het Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen gepubliceerde profielen, van talrijke handboringen en op oudere profielen afkomstig van LORIÉ e. a.

Moge men bij de lezing, evenals ik zelve, tot de overtuiging komen dat de geschiedenis der diluviale Maas in Limburg in zichzelf veel belangwekkends bergt en dat men zonder gevaar en mogelijk met profijt, kan afzien van de bij de terrassen thans heerschende neiging, tot zeer gedetailleerd interpreteeren en synchroniseeren der afzettings- en insnijdingsperioden met de glaciaties der oorsprongsgebergten.

Bij de bespreking van een onderwerp als in den titel is aangeduid, kan men bij de *indeeling* zijner stof, al is het niet het meest gebruikelijke, zeer wel uitgaan van de *landschapsvormen*, in plaats van de geologische formaties of factoren, die deze vormen beïnvloeden. Men kan eerst het landschap beschrijven en dan overal de oorzaken zijner eigenschappen zoeken, in de soort en de structuur van den ondergrond. Deze volgorde is ook daarom een logische, wijl zij dezelfde is als de gedachtengang van den geograaf, die dit land bezoekt; in de eerste plaats zal hij het landschap *zien*, en zich eerst later afvragen, *waarom* het zoo geworden is. De geoloog werkt dikwijls omgekeerd; hij leert den ondergrond kennen uit groeven, boringen, spoorweg- en weg-insnijdingen, en als hij zich eenigszins een beeld van het geheel kan vormen, valt hem onwillekeurig op, hoe de aard van het landschap, het afwisselen van vlakten en dalen, het heerschen van deze of gene cultuur of vegetatie werkelijk zeer afhankelijk blijkt te zijn geweest, van de bovengenoemde eigenschappen van den bodem. Een geoloog in Zuid-Limburg en in de aangrenzende Duitsche en Belgische gebieden volgt echter den weg der geografen niet. Hoe innig het hierboven genoemde verband ook moge zijn, hij kan slechts zelden uit waarnemingen omtrent begroeiing en horizontale en verticale vormen directe en nauwkeurige conclusies trekken omtrent de verspreiding van krijt- of zandlagen, omtrent verschuivingen, enz. Deze laatste bijvoorbeeld zijn nooit dóórlopend over hun geheele lengte gekarakteriseerd door een verschil in plantengroei aan weerszijden, ook al worden door hare werking twee geheel ongelijksoortige grondsoorten met elkander in zijdelingsch contact gebracht.

In Zuid-Limburg en Belgisch Limburg bemerkt men bijvoorbeeld de verschuivingen niet op de plateaux, omdat daar gewoonlijk links en rechts op gelijksoortige wijze Maasgrint en Löss zijn afgezet en er dus ook geheel dezelfde bebouwing is. Alleen in de dalen, die den praediluvialen ondergrond bloot hebben gelegd, kan een contact van klei- en kalihoudende oligoceene glauconietzanden met witte onvruchtbare mioceene kwartzzanden, ofwel een naast elkander liggen van kalksteen van het krijt en zanden van het tertiair opvallen door het verschil in plantengroei. Een dergelijke flora-overgang kan echter steeds door een toeval ergens voorkomen, en eerst als men door zuiver geologische studies weet, waar een verschuiving verloopt, valt voor een eigenaardigheid in den plantengroei te dier plaatse, de samenhang met den ondergrondschen bouw niet te ontkennen. Alleen bij de studie van terrassen laat de geoloog zich meermalen reeds vanden aanvang af door den vorm van het landschap leiden.

Het te bespreken gebied is een vlak land, dat door dalen in meerdere schollen is verdeeld. Derhalve kunnen in dit opstel eerst het *plateau-*

landschap (hoofdstuk I en II) en daarna *de dalen* (hoofdstuk III en VI) worden besproken.

Bij het leggen van *profielen* door het Limburgsche diluvium deden zich vele moeilijkheden voor. Ten eerste ontbreken kaarten met hoogtelijnen en zonder de talrijke barometrische opnamen zoude eene behoorlijke teekening zelfs onmogelijk uitvoerbaar zijn geweest. Het oppervlakte-relief blijft echter eenigszins schematisch. Een enkele maal scheen het in het belang van de bevattelijkheid der door mij gewilde voorstelling, dat ik een dalinsnijding weglief, omdat zij noodeloos de continuïteit der terrassen zoude onderbreken. Te ver is daarmede echter ook niet gegaan, wijl dan de oriëntering bij een excursie te velde, met het profiel in de hand, lastig zoude worden.

Overigens bedenke men, dat niet het oppervlak van een terras, maar de *basis* het essentieele is en aan het bepalen van basispunten is gedurende vele jaren gearbeid. Waar op inlichtingen gesteund is bij een boorprofiel of putprofiel, zijn deze alleen gebruikt, als zij absoluut betrouwbaar schenen. Voorts zijn op de doorsneden, wier loop de overzichtskaart aangeeft, alleen die punten en metingen geprojecteerd, welke erin of er zeer dicht bij liggen.

Onverklaarbare sprongen in de grintbasis heb ik somtijds door erosieranden, somtijds door kleine gestippelde verschuivingen aangegeven. Men meene niet, dat al deze onzekerheden opgehelderd kunnen worden; bij vele zal dit wegens het ontbreken van profielen en wegens het te kostbare van boringen tot nader onderzoek van zulke plaatsen nooit kunnen geschieden. Juist de nauwkeurigheid der metingen heeft deze plaatselijke onregelmatigheden sterk geprononceerd; meer nog de 10 maal overdreven hoogteschaal, wier ongunstige invloed men dus steeds eerst weg moet denken. De deskundige lezer zal intusschen wel zien, dat een kleinere hoogteschaal veel meer nadeel dan voordeel zoude hebben gebracht.

Tot goed begrip van profielen (1 : 50000) en overzichtskaart (1 : 200000) is het voorts beslist noodig de topografische kaart 1 : 50000 te raadplegen (bladen Heerlen, Sittard, Peer en Maastricht). Ook de Waterstaatskaart geeft veel gemak (Sittard 1 en 3, Heerlen 1, 2 en 3 en Maastricht).

Voor de ligging van steenkoolborinhen en storingen zij voorts de lezer verwezen naar de Tektonische Ubersichtskarte 1 : 200000 op blz. 73 van Mededeeling V der Rijksopsporing van Delfstoffen.

De overzichtskaart der Maasterrassen op de schaal 1 : 200.000, die bij deze studie is gevoegd, heeft in eersten aanleg reeds het licht gezien als

„Übersichtskarte der Steinkohlenformation im Rhein-Maas-Gebiet” ¹⁾, maar kwam daar, waar het diluvium betreft, niet tot haar recht. Dit gold evenzoo voor den herdruk dezer kaart in het Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over 1909 (Tektonisch-Geol. Kaart van het Steenkolengebied langs den Rijn en de Maas).

Deze kaart bracht nml. naast een voorstelling van het hoofdterras van Rijn en Maas onder de letter d₁, en van midden- en laagterrassen (gecombineerd) onder de letter d₂, in hoofdzaak gegevens omtrent de verspreiding der steenkoolformatie en de storingen, welke deze beïnvloeden. Zulks was ook het hoofddoel der kaart en mijn voornemen was de tevens gedane poging om de Maasterrassen voor te stellen op een gekleurde overzichtskaart 1:200.000 nog eens te herhalen en ze dan met profielen door het onderhavige gebied met een begeleidende studie toe te lichten. In de volgende bladzijden is dit verwezenlijkt.

Vele boor- en andere gegevens in deze studie zijn verzameld door mijne vroegere amanuenses V. VAN DEN CAMP en T. H. VAN RUMMELEN, terwijl de laatste tevens een werkzaam aandeel had in de vervaardiging der teekeningen.

Opgemerkt zij nog, dat langs vele kleinere beken het *alluvium* niet is aangegeven. Evenmin is het *laagterras* langs Maas en Roer door een afzonderlijke kleur of arceering weergegeven; het correspondeert met de breede witte strooken langs deze beide rivieren, terwijl daarbuiten deze kleur de prediluviale lagen voorstelt en dus meestal ter plaatse van hellingen en oudere plateaux voorkomt.

¹⁾ Übersichtskarte der Tektonik und der nachgewiesenen Verbreitung der Steinkohlenformation im Rhein-Maas-Gebiet nach den Aufnahmen der Geol. Landesanst. und mit Unterstützung von W. KLEIN und van WATERSCHOOT VAN DER GRACHT bearbeitet von W. WUNSTORF; Herausgeg. von der Kön. Preuss. Geol. Landesanst., 1909: in: WUNSTORF, W. UND FLIEGEL, G.: Die Geologie des niederrheinischen Tieflandes; Festschrift zum XI. Allgem. deutsch. Bergmannstag in Aachen; Verlag d. geol. Landesanst., Berlin 1910.

HOOFDSTUK I.

HET PLATEAULANDSCHAP DER DELTA.

VORM VAN HET LANDSCHAP.

Met dezen naam kan men het geheele *voorland* van den Eifel en de Ardennen, die voor geologen een en hetzelfde gebergte zijn, betitelen. Zoodra men van de tot 600 M. à 700 M. oprijzende Ardennenketens naar het Noorden daalt, komt men, na de 200 M. hoogtelijn gepasseerd te zijn, in een vlak land, dat naar het Noorden nog slechts langzaam lager wordt.

Toen men nog bij de 300 M. curve was bij deze afdaling, dus bijvoorbeeld ter plaatse van den *Vaalse uitzichttoren*, viel de vlakheid van dit voorland niet dusdanig op als later, daar men er nog van bovenaf op neer zag en overal diep ingesneden dalen met beboschte hellingen sterk in het oog sprongen.

Is men echter in het niveau van het plateau zelf gekomen, bijvoorbeeld op den *Gulperberg*, en bevindt men zich tegelijkertijd op eenigen afstand van de dalen, dan zal men, rond ziende, noch van deze, noch van de verder af gelegene een spoor bemerken. Men ziet rondom slechts bouwland met huizenkolonies hier en daar, door boomgaarden omringd, die de eentonigheid verbreken. Overigens strekken de zwak golvende velden zich naar drie zijden tot aan den gezichtseinder uit.

Onderzoekt men het land van meer nabij, dan ziet men, dat diepe dalen, die zich op een kwart of een half uur gaans van ons bevonden, in het geheel niet waren opgemerkt. Gaat men terug naar het oude punt van uitzicht, dan bemerkt men meermalen, dat we toch, bij scherper opletten, op de plaats van het dal een rij boomtoppen hadden kunnen zien, die behooren tot de bosschen, die veelal de dalhellingen bedekken, maar op de plateaux doorgaans ontbreken.

Punten, waar men de vlakheid van het genoemde plateau zeer mooi kan observeeren, liggen o.m. bij *Noorbeek* en *Margraten* (profiel I)¹⁾, bij *Visé*, bij *Vaals* enz. Als men zich bevindt op de landtong tusschen *Worm* en *Molenbeek* (zie profiel I), waarop *Kerkrade* ligt, ziet men zoowel de voortzetting van het plateau op de Duitsche zijde der Worm achter Herzogenrath, als de voortzetting aan gene zijde der Molenbeek, onder

¹⁾ Men bedenke, dat in deze profielen de hellingen 10 maal overdreven zijn.

de dorpen Schaesberg en Spekholzerheide. Van de dalen van Worm en Molenbeek zelve echter bemerkt men niets en als een verrassing doen zij zich aan ons voor als wij den plateaurand bereiken.

Bevindt men zich bij *Aalbeek*, Oensel en Kruis (profiel III en VI) op den linker-, of bij *Amstenrade* op den rechteroever van de Geleen, dan kan men op vele punten niet onderscheiden, welk deel van het plateau links en welk deel rechts van de genoemde rivier is gelegen. Alleen de kenner van het land bemerkt aan kleine bijzonderheden, aan kerktorens, enz., wààr de rivier haar bed gegraven heeft.

Op sommige punten van het merkwaardige vlakke plateau bezuiden de Geul, lang den straatweg van *Maastricht* over *Berg* en *Vilt* naar *Valkenburg*, ziet men de plateaudorpen van den Noordoever liggen op de schijnbaar onmiddellijke voortzetting van de vlakte, waarop men zich bevindt (vgl. profiel II).

Als men de spoorlijn van *Genck* naar *Maeseyck* volgt, bemerkt men, behalve bij Asch, niets van de vele dalen, die het plateau der Kempen doorsnijden.

Ontstaan. Deze voorbeelden zijn wel voldoende om aan te geven, hoezeer wij inderdaad met een hoogvlakte te doen hebben, waarin blijkbaar eerst *later* zich dalen hebben ingesneden. Eerst bestond een groot plateau; en de vraag is slechts, hoe dit ontstond. De lezers zullen dit reeds weten: de vlakte is geen zeebodem, zooeven door dit element verlaten, evenmin het product van een uiterst vergevorderde denudatie, zij is slechts een resultaat van accumulatie, een reusachtige rivierdelta, in grootte vergelijkbaar met de nog thans bestaande reuzendelta's van *Ganges* en *Indus*, maar in welke men bijna geen spoor van de talloze oude rivierarmen meer ziet.

PLATEAUGRINT.

Deze delta is overwegend opgebouwd uit grint (*plateaugrint*), dat bijna in zijn geheel overeenstemt met de meer speciaal als *Hauptterrasse* door de Pruisische geologen aangeduide grintafzetting, die volgens de laatste meening van LORIÉ ¹⁾ ²⁾ wat den ouderdom betreft, met de afsmeltings-

¹⁾ Dr. J. LORIÉ: Het Uddeler Meer en de Veluwe, Verh. der Kon. Ak. Wet. te Amsterdam, 2de Sectie, deel XVI, No. 2, 1910.

²⁾ Vergelijk voorts de discussies over den oorsprong der Maasterrassen op Blz. B 360 (Séance du dimanche 15 Septembre) in W. C. KLEIN: Compte Rendu de la Session extraordinaire de la Soc. géol. de Belgique et de la Soc. Belge de Géologie etc. dans le Limbourg hollandais tenu à Maastricht et à Heerlen du 14 au 17 septembre 1912; Annales de la Soc. géol. de Belgique, t. XXXIX, 1913 Bulletin, 339—399;

Aan deze discussie nam ook Dr. LORIÉ deel, die later zijn eigen opvattingen nog eens nederlegde in:

Dr. J. LORIÉ: Een belangwekkende geologische excursie in Limburg; Tijdschr. van het Koninkl. Nederl. Aardrijksk. Genootschap, dl. XXXI, 1914, blz. 42—52.

periode van den *Mindel-ijstijd der Alpen* overeenstemt. Met elke uitbreiding, en met name met elke daarop volgende afsmeltingsperiode van de Alpine en Skandinavische ijsbedekking ging volgens de meest voorkomende meening een verzwaring van de rivieren en een vergrooting van de door hen getransporteerde massa gepaard. Aan het einde van zoo'n was-periode bleven dan deze reusachtige getransporteerde massa's liggen op dezelfde plaatsen der delta, waar zij zich bevonden. Kennelijk is de delta, die de Duitschers hoofdterras noemen, de meest belangrijke, en zij moet dus wel met een *hoofdijsijd*, of liever met een *hoofd-afsmeltingsperiode*, correspondeeren. Dit grint is natuurlijk aan bepaalde niveaugrenzen gebonden; en zéér hóóg gelegen grint, dat op enkele punten voorkomt, moet wel reeds in den hoofdterrastijd aanwezig zijn geweest. Als wij met prof. HOLZAPFEL den naam *plateaugrint* kiezen, is deze ook van toepassing op die laatste voorkomens, welke in het gebied der kaart zeer zeldzaam zijn, maar welke dan ook nog moeilijk zijn aan te geven. Derhalve duidt de bijgaande kaart, die ontleend is aan het door mij bewerkte gedeelte van een vroeger reeds verschenen, grootere overzichtskaart van het gebied der kolenbekkens van Rijn en Maas, ¹⁾ met één kleur (blauw) het plateaugrint aan, met de bijvoeging, dat dit voor het allergrootste deel met de Deutsche Hauptterrasse overeenstemt. Een klein deel kan met de Älteste Diluvialschotter ²⁾ correspondeeren die ik in dit gebied niet van het hoofdterras kan scheiden, evenmin als Fliegel zulks op onze breedte aan den Rijn gedaan heeft.

De naam *plateaugrint* is niet nieuw; hij werd reeds in 1901 door H. LASPEYRES gebruikt bij de beschrijving van het Diluvium nabij het Zevengebergte, waarin hij „Plateaudiluvium” en „Gehängediluvium” onderscheidt. ³⁾

Ook E. HOLZAPFEL gebruikt het woord *Plateaukiese* in zijn „Beobachtungen im Diluvium der Gegend von Aachen” (Jahrb. d. Kön. Preuss. Geol. Landesanstalt, 1903, Bd. 24, S. 483). Deze houdt daarin tevens vast aan het niet door mij en de meeste andere geologen gedeelde denkbeeld, dat de Rijn-Maasdelta zich in een *zeegolf* heeft afgezet. Het is toch wel merkwaardig, dat wij nooit in de kleilagen en zandlagen, die toch in het diluviale plateaugrint niet geheel ontbreken, een overblijfsel van zeeschelpen hebben gevonden, zij het ook slechts in den vorm van een steenkern.

¹⁾ Übersichtskarte der Tektonik enz., zie blz. 9.

²⁾ WUNSTORF, W. u. FLIEGEL G. Die Geologie des niederrheinische Tieflandes; Festschrift zum XI. Allgem. deutschen Bergmannstag in Aachen; Verlag d. geol. Landesanst., Berlin 1910.

³⁾ H. LASPEYRES: Das Siebengebirge am Rhein; Verhandl. des Naturhist. Ver., LVII, 1900.

HET OUDSTE DILUVIALE GRINT.

Ik zal in dit opstel niet verder gewagen van de „*älteste Diluvialschotter*”, waaraan door FLIEGEL op grond van observaties bij *Wijler*, *Donsbrüggen*, *Elten*, en op den *Egelsberg* een groote beteekenis in de geschiedenis van den Rijn wordt toegekend.¹⁾ Het is een grintlaag, die een onbekende dikte bezit, welke bij *Wijler* minstens 12 Meter bedraagt (voor zoover daar, in het gebied der geplooiden *stuwmoreene*, in een boring een grinddikte is te bepalen). Zij bestaat, evenals het kiezoölietengrint, overheerschend uit kwartsrolsteentjes, maar bevat bovendien vrij veel afgerolde roode veldspaten. Uit deze petrografische eigenaardigheid leidt FLIEGEL af, dat dit grint slechts diluviaal en niet plioceen kan zijn. Bovendien schijnen, volgens hem, kiezoölieten geheel te ontbreken; zekerheid heeft hij niet. Andere dan petrografische gegevens voor een ouderdomsbepaling zijn niet aanwezig. Niet alzo in de bedekkende klei van *Wijler*, door LORIÉ vroeger beschreven, die volgens STOLLER *interglaciale* plantenoverblijfselen bevat en onder het hoofdterras ligt. Bij den *Egelsberg* beoorden Crefeld, het zuidelijkst bekende punt van de door LORIÉ beschreven *stuwmoreene* van Nijmegen, ligt het hoofdterras met een duidelijke discordantie op grint, dat FLIEGEL geneigd is tot dezen *Ältesten Diluvialschotter* te rekenen (blz. 335). Ook het grint onder de klei van Tegelen brengt hij met STOLLER²⁾ tot het diluvium. De „*Ältesten Diluvialschotter*” wil hij als equivalent van de „*ältere Deckenschotter*” (*Günz-ijstijd*) beschouwen.

De klei van Tegelen wordt door den botanicus STOLLER als interglaciaal beschouwd en even zeker beschouwen REID³⁾,^{3a)}, DUBOIS⁴⁾ en TESCH⁵⁾ dezelfde klei op grond der zelfde flora of op andere gronden als plioceen.

Wij willen als niet-botanicus een afwachtende houding aannemen. Petro-

¹⁾ Zie WUNSTORF en FLIEGEL, op cit. blz. 332.

²⁾ FLIEGEL, G. u. STOLLER, J.: Jungtertiäre und altdiluviale pflanzenführende Ablagerungen im Niederrheingebiet; Jahrb. d. Kgl. Preuss. geol. Landesanst., Berlin, 1910, S. 227—257.

³⁾ CL. REID en EL. M. REID: The fossil flora of Tegelen sur Meuse; Verhand. der Kon. Akad. van Wet. te Amsterdam, 3^o Sectie, dl. III N^o. 6, 1907.

^{3a)} CL. REID en E. M. REID: Preliminary Note on the fossil plants from REUVER, BRUNSSUM and SWALMEN; Tijdschr. van het Kon. Ned. Aardr. Gen., dl. XXVIII, 1911, blz. 645—647.

⁴⁾ E. DUBOIS: De beteekenis der paleontologische gegevens voor de ouderdomsbepaling der klei van Tegelen; Tijdschr. van het Kon. Ned. Aardr. Genootschap, 1911 blz. 234.

⁵⁾ P. TESCH: Over pleistoceen en plioceen in den Nederlandschen bodem, I en II; Tijdschr. van het Kon. Ned. Aardr. Gen., deel XXVII, 1910, blz. 1093—1110 en deel XXVIII, 1911, p. 628—647.

grafische argumenten kunnen weinig helpen bij het trekken der grens tusschen plioceen en diluvium, *wijl in Zuid-Limburg ten duidelijkste blijkt, dat in dit gebied Maas en Rijn van den hoofdterrasstijd een groot deel van het oudere plioceene grint in zich opgenomen hebben* (hoofdstuk II en VIII) en dit hoofdterras dus lokaal geheel en al deszelfs samenstelling hebben kan.

Zoo ontbreekt rondom den hoogen Ubagsberg elk spoor van het kwartsrijke grint, dat op het Ubagsberg-eiland liggen bleef in het erosietijdvak, dat aan de afzetting van de hoofdterrasdelta vooraf ging. Waar vroeger dit grint noodzakelijk moet hebben samengehangen met dat van Neufchateau en andere punten in België (zie profiel IX), is blijkbaar een zeer groot deel geheel in het hoofdterrasgrint opgenomen. Zoo ligt bij *Husken* benoorden en bij Leen beoosten Heerlen (zie profiel V) grint, dat buitengewoon rijk is aan kwarts en aan kiezeloölieten, en dat toch tot een *middenterras* van de Geleen moet worden gerekend. De groeve in het Streepbosch bij Schaesberg, die zonder twijfel tot het hoofdterras behoort (bovenkant van het grint ± 140 M. \pm A.P., basis ± 133 M.) en waarin talrijke groote blokken voorkomen (tot 50 c.M.), bevat zeer veel kiezeloölieten.

De vondst van een kwartsrijke grintlens met kiezeloölieten in de klei van Tegelen door mijn collega P. TESCH ¹⁾ bewijst dus m.i. niet den plioceenen ouderdom van deze klei, hoewel zulks natuurlijk in de toekomst uit de flora definitief zou kunnen blijken.

Het oudste diluviale grint, dat FLIEGEL beschrijft (d g o, de „älteste Diluvialschotter”), kent hij nergens bezuiden den Egelsberg en Tegelen, behalve in een groeve bij Hüchelhoven, door WUNSTORF aangegeven. Daar schijnt mij de discordantie ten opzichte van het hoofdterrasgrint niet zoo opvallend, dat ik er zonder meer geloof aan hechten kan. De kleibank (dt), die het oudste grint van het hoofdterras scheidt, schijnt zoo dun, dat men haar niet de beteekenis eener zelfstandige interglaciale laag behoeft toe te kennen, en dus ook niet met de klei van Tegelen gelijk behoeft te stellen. P. G. KRAUSE bijvoorbeeld beschouwt de kalkhoudende klei van de heuvels bewesten Mörs als een afzetting, die in het hoofdterras is ingeschakeld. Hij houdt de fauna met 16 soorten, die hij daar vond, echter voor eene die interglaciaal karakter heeft. (Über einen fossilführenden Horizont im Hauptterrassen-diluvium des Niederrheins, Jb. der Kön. Pr. Geol. Land. Anst., 1909, Bd. XXX, blz. 9). Het kalkgehalte van diluviale kleilagen wijst m.i. somtijds op een aanwezigheid van zeer fijn schelpgruis òf is primair en kan dus zeer wel tusschen twee kalkvrije grintlagen voorkomen, wanneer zich tijdelijk in een meer een fauna vestigde

¹⁾ P. TESCH: De klei van Tegelen, een onderdeel der „Kiezeloölietstufe”; Tijdschr. van het Kon. Ned. Aardr. Genootschap, dl. XXVI, 1909, afl. 4, blz. 573 - 577.

of wanneer uitlooging het kalkgehalte uit het grint reeds deed verdwijnen, wijl dit veel permeabeler is, maar in de klei nog liet bestaan.

In Limburg kan dit grint wel, evenals in het Vorgebirge volgens FLIEGEL, geheel door het hoofdterrasgrint zijn vervangen, daar aanwijzingen bestaan, dat deze twee diluviale grintafzettingen, die bij Wyler gescheiden zijn, stroomopwaarts convergeeren. *Er is echter in Z.-Limburg ook een grintterras, dat wat hooger ligt en er mede vergelijkbaar is.* Bezuiden de Geul vallen ons nml. onder Margraten grintlagen op, wier basisniveau, door mij als + 161.50 M. en 163 M. bepaald ten zuiden van Margraten en in Termaar, veel hooger is dan de basis der hoofdterraslagen van Berg (+ 118 à + 103), Cadier (+ 114), Moerslag bij St. Geertruid (+ 112), enz. *Als ze niet door storingen in een hooger niveau zijn gekomen, wijst vooral de onderlinge gelijkheid der veel hoogere basiscijfers op één zelfstandig ouder terras.* Hoe meer de basiscijfers op één parallel bij een noordwaarts stroomende rivier overeenstemmen, hoe typischer het door hen gekarakteriseerde terras is (vgl. het profiel I). Op Belgisch gebied ligt bij Rosmeer ten Z. O. van Waltwilder een klein fragment van een dergelijk hooger gelegen terras.

De dikwijls 1 M³. *grote blokken aan de basis van het hoofdterrasgrint*, aan welk bestanddeel FLIEGEL vroeger een groote bewijskracht toekende ¹⁾, toen hij dit terras tot den hoofdijsijd, d.i. dus zeker den Riss-ijstijd, wilde brengen, beschouwt hij thans (in de op blz. 9 genoemde Festschrift) als overblijfselen van het vroeger hier aanwezige oudste diluviale grint, als een vreemd bestanddeel dus. Dit is dus het eenige, wat op de breedte van Keulen en Bonn van dit grint zou zijn overgebleven. Waren FLIEGEL's beschouwingen juist, dan zoude waarschijnlijk ook hier op een analoge breedte dat overblijfsel van het oudste diluviale grint in analoge positie aanwezig zijn. Gevonden zijn zij inderdaad. Op het hoofdterras benoorden Kerkrade vond ik o.a. een kwartsietblok van meer dan 1 M³. (bij den noordrand van het plateau, waar de weg Kerkrade-Eygelshoven dit verlaat). Ook van vele andere punten ken ik dergelijke groote blokken, o.a. van Oirsbeek (bij de molens), bez. CADIER, in de Platte bosschen bij Nyswylre, in de groeve beoosten Amstenrade (op ± 5 M. onder de oppervlakte een blok van 2000 K.G.) op den Kolleberg, bij Simpelveld, Noorbeek, Roodeputs, Spaubeek, Op de Hoof, Eygelshoven, bewesten Windraak, op den St. Pietersberg ²⁾.

¹⁾ FLIEGEL G.: Pliozäne Quarzschotter in der Niederrheinischen Bucht; Jahrb. der Preuss. Geol. Landesanst. für 1907, Bd. XXVIII, Berlin 1907, S. 92—121.

²⁾ Vgl. L. A. J. KEULLER op blz. 350 van het bovengeciteerde „Compte Rendu” van de excursie der Belgische Geologen in Zuid-Limburg in 1912. Daarin is ook een foto van het blok opgenomen, welke wij hier reproduceeren.



FIG. I.
Blok van grijsen kwartsitischen vuursteen, ruim 3 M. lang, liggend te midden van gewoon gelaagd hoofdterrasgrint
op den Sint Pietersberg bij Maastricht, bezuiden de ruïne Lichtenberg
Cliché KEULLER.

Op de Belgische kaarten staan plaatsen in het Jekergebied, waar veel van deze blokken gezien zijn speciaal vermeld, en worden zij in twee soorten onderscheiden, tertiaire zandsteen en Ardennengesteenten, de eerste o.a. bij Elst benoorden Glons, bij Canne, bij Riempst en bij Lanaeken, de laatste bij Nedercanne, Eben, op het plateau ten Z. O. van Eben, bij Riempst, enz.

Ik heb hier echter beslist niet kunnen opmerken, dat zij vooral aan de basis van het hoofdterrasgrint liggen. Voor het enorme blok van den St. Pietersberg geldt het b.v. niet, ook blijkens de foto (vgl. fig. 1). Daarom hecht ik aan deze blokken niet die speciale beteekenis.

DE DELTARAND EN HET VUURSTEENELUVIUM VAN HET SENOON.

De laatste oude delta-armen van het hoofdterras zijn dicht geslibt met zand en nog meer gemaskeerd door den later zich afzettenden löss, dien men slechts moeilijk nog een *windvorming* noemen kan. De delta strekt zich uit van de Ardennen en den Eifel tot aan de zee; waar we haar, van deze bergen afdalende, genaderd zijn, valt haar noordgrens dus nog niet in het oog. Wel echter de *Zuidgrens*. Met eenige oefening — maar vooral wanneer men zich eerst met locale kennis heeft gewapend en de bezochte dorpen en wegen ook nog op een afstand weet te herkennen — ziet men, waar de wateren van Rijn en Maas, die bij Bonn en bij Luik het gebergte verlieten, hun uiterste zuidgrens hebben gehad (Vgl. de Overzichtskaart). Daar houden namelijk de elders overwegende korenvelden op en verschijnen *beboschte randen* ¹⁾. Het land wordt hooger, en hoewel het niet een oneffen luchtlijn heeft zooals vele gebergten, ziet men toch eerst veel hooger een nieuw plateau liggen, waarop doorgaans bosschen groeien (vgl. het bosch van Veurs in profiel VI), evenals op de hellingen. Dat plateau, dat den sterk verweerden bovenkant der tusschen Aken en Luik alom verbreide horizontale *krijtlagen* vormt, is nooit door diluviale Maas- of Rijntakken overstroomd geworden. (Profiel VI gaat door den rand van dit plateau bezuiden Hoogcruts). Een eerste blik op den bodem der akkers doet ons zulks zien. Bij Vaals op het *Vierlandenpunt* (+ 322.50 M.), op de hoogten van het *Aachenerwald* en den *Lousberg* (+ 358 en + 263 M.), op de hoogten benoorden *Teuven* (+ 235 M.) en N.O. van *Sippenaken* (+ 250 M.), bezuiden *Noorbeek* en *Margraten*, overal ziet men afzettingen liggen, die kennelijk niet van Rijn of Maas afkomstig zijn. De löss ontbreekt en de bodem bestaat uit meterdikke lagen van groote en hoekige *vuursteen*, die door veel roodbruine klei worden vergezeld, terwijl de gewone kwartsen en kwartsieten van het riviergrint haast niet te vinden

¹⁾ Vgl. de panoramabeschrijving o.a. voor den Gulperberg in hoofdstuk IX.

zijn en ook geen spoor van rolsteen-habitus of van gelaagdheid aan de vuursteen te zien is.

Bij diepere ingravingen ziet men deze vuursteenlagen op vuursteenhoudend krijt van het senonische tijdvak liggen¹⁾ en blijkbaar zijn zij de verweerde bovenkant (het *eluvium*) van deze formatie. Het contact van vuursteen en krijtmergels doet ons reeds zien, dat de invloed van infiltrerend regenwater de witte krijtlagen in bruine klei modificeert, die overal tongvormig in de witte massa afdaalt. De in de krijtmergels ingesloten vuursteen zitten onveranderd in de klei en nabij de oppervlakte hebben zij zich opgehoopt tot een onvruchtbare grintlaag, waarop alleen bosschen kunnen groeien.

In grootere doorsneden ziet men somtijds enkele ingesloten zand- en grintlensjes, die er op wijzen, dat ook stroomend regenwater een enkele maal een rol speelde, wat wel vanzelf sprekend is voor elk eluvium. Geen spoor echter van groote rivieren, wier eerste werk geweest zou zijn de vuursteen weg te voeren en af te ronden bij dat transport, terwijl zij vervolgens hun eigen heterogene grintbanken in min of meer regelmatige gelaagdheid op dezelfde plaats zouden hebben neergelegd.

De besproken vuursteenafzetting draagt op de *Belgische* geologische kaarten den naam van *Conglomérat à Silex* (*facies d'altération du Sénonien*) en wordt aangeduid door het symbool Sx. STARING gaf aan de afzetting den naam van *vuursteendiluvium* (Bodem van Nederland, deel II, blz. 53 en 329, 1860), C. UBAGHS beschouwde ze reeds als een eluvium (blz. 133 van zijn werk: *Description géol. et paléont. du sol du Limbourg*, 1879).

Het eenige dat ons nog verwonderen moet, is het feit, dat het zooveel hooger (steeds boven + 200 M.) gelegen land, waar blijkbaar Rijn of Maas nooit stroomden, wederom een plateauvorm heeft. De oorzaak daarvan — die hier niet uitvoerig besproken kan worden — ligt in de effenende werking van veel oudere mioceene of plioceene rivieren; van een ouden zeebodem is hier evenmin sprake, als bij het plateau van Limburg zelf. In ons land liggen alleen de bosschen tusschen *Vaals* en *Cottessen* (aan de Geul) op dit oudere plateau, terwijl het bewesten de Geul juist aan de grenzen ophoudt (nabij *Slenaken*), zooals profiel VI toont.

Waar de vuursteen voorkomen, bouwt men er rustieke muren van (cyclopisch metselwerk van veel boerderijen).

OUDE ARMEN.

De groote *Rijn-* en *Maasdelta*, waarover wij spraken, toont *thans* nog slechts de twee dalen van deze rivieren en die van haar zijrivieren. Van

²⁾ Bijv. in de mergelgroeven (*marnières*) der portlandcementfabrieken tegenover Visé.

oude Maasarmen is geen spoor meer overgebleven. Dit behoeft ons echter niet te verwonderen, als wij slechts bedenken, dat in de zooveel *jongere* en zeer effene dal-vlakte, waarin de Maas thans stroomt en waarover o.a. de spoorlijn van Bunde tot Eijsden is gelegd, ook nog slechts een enkele duidelijke oude Maasloop zich vertoont. Het is het z.g. *Lange Water*, dat onder langs de hoogte loopt, waarop *Heer* is gebouwd, terwijl het ons in den grooten keiweg Maastricht—Heer opvalt als een plek, waar de straatweg even daalt om een dal over te steken, waarover een houten rijbrug is gebouwd (zie profiel II). Het *Lange Water* is nml., althans bij Heer, niets dan een grootendeels dichtgeslibde, oude Maasarm, die nog slechts bij hoog water deze rivier ontlast ¹⁾. Hoewel op elk punt van de Maasvlakte deze rivier eens gestroomd moet hebben, is er van oude loop en haast geen spoor meer over. Ik spreek hierbij echter niet van den loop boven Maastricht, waar met name op den Belgischen oever van de daar zeer verbrede vlakte bij Reckheim, Mechelen, Lanklaer en Maeseyck en nog verder noordelijk, talloze oude armen, nog ten deele met ondiep water gevuld, aanwezig zijn (Bijv. de Fritselbeek in profiel IV). Zij werden in historischen tijd ten deele nog door de Maas benut. Thans vult de plantengroei ze verder op.

Het wordt ons echter thans begrijpelijk, dat van *oude loop en in de zooveel oudere plateaudelta* naast den eenig overgebleven loop van thans, niets meer te zien is. Reeds op de in hoofdstuk III beschreven, in hoogte en in ouderdom intermediaire middenterassen herkent men geen oude loop en meer.

Waar zij nog open waren, zijn zij, ten gevolge van de steeds diepere ligging der tegenwoordige Maas ten opzichte van die oude loop en, door beken in den tijd der middenteraserosie benut en verdiept. Maar grootendeels zullen zij verzand zijn, en als dit niet kon plaats hebben, heeft de alles nivelleerende afzetting van den löss ze onkenbaar gemaakt. Waar deze kleisoort zich meermalen met 10 M. dikte over de oudere lagen heen gelegd heeft, maskeert zij oude loop en, die slechts enkele meters diep waren, geheel en al. De geulen, die in de löss-oppervlakte zelf voorkomen, hebben hiermede natuurlijk niets uitstaande.

Het is niet onmogelijk, dat de tot 4 M. dikke *zandlagen*, die ik in het hoofdterras benoorden *Noorbeek*, ten Z. O. van *Kosberg* en bij *Bautsch* en *Caumer* nabij Heerlen, alsook bewesten *Kohlscheid* en bij *Amstenrade* en bewesten *Schaesberg* vond, op verzande oude loop en wijzen; als regel bestaat namelijk de geheele oude delta-afzetting uit grint met zandlenzen, die zelden de dikte van een meter te boven gaan, en door-

¹⁾ Deze takken komen goed uit in de kaart van het inundatiegebied der Maas voor komende in het Rapport „Maaskanalisatie van Visé tot beneden Venlo”, Plaat VI en VII.

gaans ontbreken in het land bezuiden en bewesten Sittard belangrijke zandlenzen geheel.

Daar zij bij Heerlen aan den rand van het tegenwoordige Geleenbeekdal bleken te liggen, wijzen zij er mogelijk op, dat deze rivier een der laatste oude delta-armen heeft gevolgd en slechts een verdieping daarvan is. Het geheele dal der Geleen, van Benzenrade en Welten af tot nabij Sittard, is opvallend breed voor zoo'n kleine rivier. Op blz. 81 zal blijken dat zij in elk geval reeds in den middenterrastijd bestond.

Overigens neemt de grofheid van het grint naar het noorden af. In 't Zuiden is over 't algemeen alles grof materiaal; bij Gangelt en Echt zijn veel zandlagen ingeschakeld; bij Tegelen ¹⁾ valt zulks nog meer op. Op het Kempenplateau is ook het grint geheel overheerschend. Ten N. daarvan begint echter ook veel zand op te treden (het zgn. *zanddiluvium*, vgl. blz. 72).

In het bovenstaande heb ik beschreven, hoe het oude vasteland, dat de delta begrensd, nog thans te herkennen is, hoe men den *buitenrand der delta*, dien de Duitschers *Gebirgsrand* noemen, nog vervolgen kan, hoewel hij door vele jongere rivierdalen in zijn verloop verbrokkeld is ²⁾. Zeer mooi ziet men, behalve in profiel VI, de *beide* deltaranden in profiel IX bij Argenteau bezuiden Visé.

Een hoofdtrek van het landschap der delta zelve, is de *daling naar het Noorden*, die veroorzaakt, dat wij bij Oirsbeek en Sittard Maasgrint vinden op 80 à 100 M. + A.P., terwijl analoog grint nabij den „Gebirgsrand” op 200 M ligt en daar o. a. onder de dorpen *Vijlen* (+ 181 M.), *Hoogcruts* (+ 192 M.) en *Vroelen* bezuiden *Noorbeek* voorkomt. Deze helling is echter een natuurlijk gevolg van de helling der wateren, die deze grintlagen hebben afgezet. De Maas zette overal gelijktijdig haar grint af en deze lagen — het hoofdterras — hebben dus hetzelfde sterke verval, dat deze rivier moet gehad hebben om zulke grove materialen te kunnen transporteren. Het tegenwoordige Maasverval is natuurlijk geringer en bedraagt toch tusschen Eysden en Sittard nog 14.50 M., d. i. ± 0.43 M. per K.M. Hetzelfde verval heeft de jongere dalbodem.

Profiel VI, dat van Z. naar N. loopt, toont de helling van het hoofdterras zeer goed. Benoorden Margraten spelen vermoedelijk oostwestelijke storingen tevens een rol. Zekerheid is in dit lössrijke gebied op dat punt helaas niet te verkrijgen vgl. blz. 41.

¹⁾ Zie de foto's van P. TESCH in: Eenige opmerkingen over de geologische gesteldheid der omstreken van Venlo: Tijdschr. v. h. Kon. Ned. Aandr. Gen., XXIV, 1907, blz. 1070—1077.

²⁾ Bij het vervolgen van het plateaugrint bewees Dr. LORIE mij een grooten dienst door mij zijn talrijke notities omtrent groeven in het Limburgsche diluvium ter inzage te geven. Ik breng hem op deze plaats nogmaals mijn dank.

Ook heeft de *seculaire daling van den Nederlandschen bodem*, nog kortelings door prof. MOLENGRAAFF ¹⁾ toegelicht, hierbij een aandeel; en niet het minst de bodemdaling ten gevolge van groote *verschuivingen (breuken)*, die met name tusschen Valkenburg en Sittard een rol spelen en o. a. de grintlagen in het hoofdterras benoorden Sittard in dieper niveau brachten (Sandgewand).

DE LÖSS.

Het is de *löss*, die zich van Keulen en Düsseldorf ²⁾ ³⁾ ⁴⁾ tot aan de Maas, noordwaarts tot Erkelenz, Baal en Sittard en bezuiden de Demer en de lijn Bilsen—Lanaeken nog over het Hesbaye-plateau in België uitstrekt, die aan de plateaux van de Nederrijnsche Bocht en van Zuid-Limburg voor den oppervlakkigen beschouwer het karakter van een grintplateau heeft ontnomen. Haast overal onttrekt hij het riviergrint aan ons oog en is met korenvelden of boomgaarden bedekt, in welke laatste het gras nog de bodemobservatie bemoeilijkt. *De bijgaande kaart op de schaal 1 : 200.000 geeft den löss niet aan*, om zodoende een beter overzicht te krijgen van de verspreiding van het plateaugrint, welks kleur thans de plateaux geheel bedekt, zooals het grint zulks ook in werkelijkheid doet. Bij intekening van den löss zoude slechts de doorsnede van het grint met de dalhellingen en dikwijls nog de smalle, van löss ontdane strook op den plateaurand zelve ingeteeekend kunnen worden en zou het beeld veel minder aan de realiteit beantwoorden dan deze afgedekte kaart, althans wat den eersten indruk betreft.

Op enkele wat hooger liggende punten en steeds ook, als gezegd, dicht langs de dalranden der plateaux, is de löss weggespoeld en komt het grint te voorschijn. Onmiddellijk valt dit op door de onvruchtbaarheid der akkers en door het verschijnen van *brem*, *heide* of *dennen*, die overigens in Limburg zoo zeldzaam zijn. Algemeen ligt langs de dalen van Geleen, Geul en Maas op de plateauranden een smalle strook, waar de akkers minder vruchtbaar zijn. Op zulke punten reiken vaak de bosschen, die op den dagzoom van het grint in de dalhelling groeien, nog tot even op het plateau, zonder dat de landbouw ze verdrijven kon. Vele voorbeelden

¹⁾ G. A. F. MOLENGRAAFF: De daling van den bodem van Nederland; Versl. v. d. gewone verg., Afd. Wis- en Natuurk., 30 Oct. 1909.

²⁾ G. FLIEGEL: Geologisch-morphologische Übersichtskarte des niederrheinischen Tieflandes, 1: 750000.

In WUNSTORF en FLIEGEL, op cit blz. 367.

³⁾ W. C. H. STARING: Bodem van Nederland, dl. II, blz. 53 en 108.

⁴⁾ W. WUNSTORF: Über Löss und Schotterlehm im Niederrheinischen Tiefland; Verhandl. des Naturh. Vereins, LXIX, 1912, blz. 293—340.

kan ik hier noemen, o.m. de Platte Bosschen bij Niswylre, de bosschen van den Schaesberg bij Valkenburg en die ten Noord-Oosten van Sibbe, op de Dellen bezuiden Meerssen, het Ravensbosch, dat van den Riessenberg, N. O. van Gronsveld, dat ten Z. O. van Moorveld bij Geulle, enz.

Waar latere beken en zijbeken de oude delta tot alleenstaande kleine heuvels of smalle ruggen verbrokkelden, is op deze heuvels en ruggen ook bijna steeds alle löss en dikwijls ook een deel van het grint verdwenen. Zulke heuvels zijn o.m. de naar het Westen vooruitspringende plateautongen bewesten en bezuiden Sweikhuizen, de analoge tong beoosten Thul (Schinnen), de tong bewesten Krekelberg (Schinnen), de Gulperberg, etc.

Zij kenmerken zich dikwijls door heide en dennen op den top, die te midden van de bouwlanden zeer opvallen. In de *profielen* is de löss globaal aangegeven door het ontbreken der grintcirkeltjes in het boven-deel der terrasafzettingen.

De löss heeft niet alleen het grint zelf, maar ook de, behoudens enkele oude ondiepe geulen volkomen *vlakke oppervlakte* der oude delta-grintlagen gemaskeerd, want het is altijd een golvende afzetting. Merkwaardig is het nu, dat op die gedeelten van de fluviatiele plateaux, waar hij ontbreekt, met name in de geheele Belgische Kempen, de verbazend *horizontale* oppervlakte van het land opvallend is. Als men het hoofdterras beklimt van uit het tegenwoordige Maasdal bij Op-Grimby of Dilsen tusschen Maastricht en Maeseyck, of wanneer men rondziet op dat gedeelte der lijn Hasselt—Maeseyck, dat over het plateau loopt (be-noorden Genck), dan bemerkt men een heideveld, dat zoo *buitengewoon* vlak is, dat de Belgische topografische kaarten, die hier om den meter van hoogtelijnen zijn voorzien, er haast geene vertoonen. Onmiddellijk aan de oppervlakte ligt er op vele plaatsen het grint van de Maas met zijn talrijke Ardennengesteenten, juist alsof deze rivier dit bed zooeven verlaten had. Een blik op het tegenwoordige 60 M. dieper gelegen en toch nog zoo breede dal overtuigt ons echter van het tegendeel!

Dit Kempenplateau ligt o.m. tusschen Lanaeken, Sutendael, Asch en Opoeteren en ook bewesten de lijn Hasselt—Maeseyck, als een massief, waarop de erodeerende krachten sindsdien nog haast niets vermochten. Het land is even vlak als de Peelstreek en even onvruchtbaar en tevens niet minder uitgestrekt.

Geheel in hetzelfde niveau (van het Zuiden naar het Noorden 110—80 M. + A.P.) liggen op den anderen oever der Maas analoge grintlagen (zie profiel I, II en IV). Hier echter bloeiende gewesten, tal van dorpen en geen enkel heideveld. Voorts een zwak golvend relief, terwijl haast nergens grint te zien is. *Het is de lössafzetting, die het ontzaglijk verschil in landschappelijk karakter en in bevolkingscijfer tusschen de landen links en*

rechts van de Maas op het traject tusschen Sittard en Maastricht teweegbrengt. Rechts de natuurlijke hulpbron van een vruchtbaren bodem, links — tot voor kort — geen enkel attractiepunt voor een bevolking. Sinds eenige jaren zijn hier door den mensch op diepten van 400 M. en meer nieuwe natuurlijke rijkdommen ontdekt in den vorm van steenkolen, die het verschil in bevolking tusschen de beide oevers sterk zullen verminderen, al zal het landschapsonderscheid ook blijven bestaan.

De oorzaak van het *eigenaardige beloop der lössgrens* van Hasselt over Lanaeken, dan noordwaarts langs den oostoever der Maas tot even benoorden Sittard en dan weer oostwaarts, is thans nog niet te verklaren. De löss heeft zich over 't algemeen afgezet langs den rand van het groote gebied, dat zich in den hoofd-ijstijd met de groote Skandinavische ijskap heeft bedekt, en men kan voorloopig alleen zeggen, dat de genoemde Zuidgrens buiten den Zuidrand van die ijskap ligt. Het is echter zeker, dat die evenmin het Kempenplateau heeft bereikt; de ongeschonden horizontale oppervlakte is er nog een bewijs van. Dergelijk, oorspronkelijk horizontaal gelaagd, fluviaal grint van den zelfden hoofdterras-ouderdom ligt bij Nijmegen en Cleef in steil hellende en opgestuwde lagen, welke men in grintgroeven bij Wijler zeer goed zien kan. Deze ijswerking, die ons door LORIÉ's onderzoekingen bekend werd, bestaat hier niet.

Er is nog een onder gebied, dat heide draagt en in het landschap opvalt, het gebied bij Heerlerheide en Brunssum, benoorden Heerlen. Ook hier ontbreekt de löss op eenigszins onverklaarbare wijze. En ook hier is de terrasvorm van de oude, hier mogelijk ten deele pliocene riviergrintbeddingen lokaal zeer mooi bewaard gebleven (bijv. op den Ouverberg beoosten Rumpen op den rechteroever der Roode Beek.)

Voor eenige jaren mocht het mij gelukken, een vindplaats te ontdekken van zgn. *Lösskindl* of lössmannetjes. Het zijn onregelmatig en grillig gevormde concreties van calcium-carbonaat (kalk), ontstaan door het zich plaatselijk in knollige vormen concentreren van het hooge kalkgehalte, dat vroeger den leem of löss, waarin zij zijn ontstaan, heeft gekenmerkt. Sommige vormen van de concreties, die met name door Dr. BECKERS in groote hoeveelheid zijn verzameld (zie de foto fig. 2 welke evenals de bijgaande mededeelingen ontleend is aan een kort opstel in het „Maandblad uitgegeven door het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg” Jan. 1914, no. 1, getiteld: Over een voorkomen van groote Lösskindl in Nederland door Dr. H. J. BECKERS en Dr. W. C. KLEIN) doen sterk denken aan schelpen, beenderen, enz.

De löss in welke zij voorkomen, ligt op den rand van het grintplateau benoorden de Geul, onder Vlieg, benoorden Meerssen. Hij is daar \pm 6 M. dik en rust op horizontaal gelaagd plateaugrint.

De onderste meters van den löss zijn duidelijk gelaagd, ook op de foto

fig. 3, waar de afwijking der horizontaliteit slechts schijnbaar is, door het voorkomen van een afwisseling van grijze en bruinachtige decimeter dikke banken.

De concretionen liggen ook eenigszins talrijker in bepaalde horizontale laagvlakken en vertoonen in hun eigen opbouw ook somtijds een fijne gelaagdheid, welke op de oorspronkelijke ligplaats evenwijdig is aan die van den löss en het Maasgrint, d. i. dus horizontaal. Zie de foto fig. 3, die ook de rotsachtige bovenlaag van het grint toont.



FIG. 2. CLICHÉ DR. BECKERS.
Lösskindl van Vlieg benoorden Meerssen.

Merkwaardigerwijze heeft het kalkgehalte van den löss zich ook nog tot in den eersten meter van het grint naar beneden verplaatst. Daarbij is het oorspronkelijk losse grint over 10 à 20 cM., somtijds zelfs over een halven meter verkit tot een vast conglomeraat.

Hoewel het oorspronkelijke kalkgehalte van den löss dus zeker is verminderd, zoo is hij toch nog kalkhoudend gebleven.

De afmetingen der concreties gaan tot 45×45 centimeter, het gewicht tot 15 K.G. Sommige hebben een septarium-achtige vorm met dezelfde scheuren, die alleen in het inwendige der concreties open staan en naar de randen eindigen, evenals dat bij de platronde mergelkoeken van de middenoligoceene septarienklei van Zuid-Limburg het geval is. Andere weer gelijken op gestolde groote druppels van een gesmolten massa, sommige sluiten grintstukken in.

Deze vondst zal de geologen en geografen van Nederland interesseeren, wijl tot op heden nog geen enkel voorkomen van groote Lösskindl in



FIG. 3. Lösskindl in gelaagden löss bij Vliek be-
noorden Meerssen (o. a. zichtbaar boven den hamer-
kop, die zelve de grens van löss en tot conglomeraat
verhard grint aangeeft.)

goed gelaagden löss bekend was in ons land. Voorloopig zal het ten onzent ook wel het eenige van dien aard blijven. De gelaagdheid van den löss wordt naar boven geleidelijk minder, een duidelijke grens tusschen een eventueelen ouderen en jongeren löss is echter afwezig. Daarvoor zoude men een ontcalcite zone moeten hebben boven deze concreties en daarboven weer een laag met kalkgehalte moeten aantreffen met een discordantie tusschen beide.

Kleinere lösskindl, zooals men ze elders, waar men twee löss-soorten

meent te kunnen onderscheiden (STEINMANN ¹⁾ aan den Rodderberg, FENTEN ²⁾ bij Coblenz, RAUFF ³⁾ bij Godesberg en WUNSTORF ⁴⁾ bij Erkelenz) in den jongsten löss aantreft, komen in de groeve Belvédère in het midden-terras bij Caberg voor.

DUINEN OP HET PLATEAU.

Het is in dit gebied, dat enkele geïsoleerde zandheuvelds op het overigens zoo vlakke grintplateau bijzonder opvallen. De overzichtskaart geeft deze met een bijzonder teeken aan. Als ze niet egaal met heide waren bedekt, zou men ze direct voor duinen houden. Inderdaad leert nader onderzoek dat men hier toch uit den vorm de juiste conclusie heeft getrokken. Als men deze heuvelds, die op het *plateau van den Ouverberg* het meest karakteristiek zijn, nader onderzoekt, blijkt, dat zij in 't geheel geen grint dragen en ook inwendig geheel uit fijn zand bestaan. Op het omringende plateau ligt, evenals op het Kempensche, het grint veelal zeer dicht onder de oppervlakte en onder het weinige zand, dat er nog overheen ligt.

Ook benoorden *Schrijversheide*, langs den heiderand beoosten den weg Heerlen—Brunssum, liggen duinen. Eveneens ten Noorden van het Kreupelbosch bij Waubach, even benoorden den grintweg naar Schinveld, waar een enkel duin geïsoleerd ligt (\pm 8 M. hoogte) en ten Noord-Westen van het Kreupelbosch, waar een heel complex ligt. Op Duitsch gebied bewesten Grotenrath bereiken zij volgens Dr. A. QUAAS, die aldaar carteerde op blad Geilenkirchen, een groote ontwikkeling. Zij schijnen hier en elders vooral aan den rand van het heidegebied gebonden te zijn.

Op het Kempensche plateau met zijn geringen plantengroei en afwezigheid van löss zijn duinen een gewoon verschijnsel; men vindt groote complexen bewesten *Opoeteren*, bewesten *Asch*. ten Zuid-Westen van *Gestel*, bij *Winterslag* (*Genck*), enz. Op de lagere aldaar eveneens geen löss dragende terrassen zijn zij ook talrijk in België, o. a. bij *Meeswijck* en benoorden *Sittard* bij *Montfoort*, *Belfeld*, *Tegelen*, enz.

Als de Heerlensche heide (profiel VI) niet zoo sterk ingesneden was en het oorspronkelijke plateau er een grootere oppervlakte innam, zou

¹⁾ G. STEINMANN: Über das Diluvium am Rodderberge; Sitzungsberichte der Niederrh. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn, 1906, p. 21.

Id. Über älteren Löss im Niederrheingebiet: Zeitschr. der Deutschen Geol. Gesellsch. Band 59, 1907, Monatsber. p. 5.

²⁾ J. FENTEN: Untersuchungen über Diluvium am Niederrhein, Verh. des Naturhist. Vereins, 65. Jahrg., Bonn 1908 p. 163.

³⁾ H. RAUFF: Alterer Löss am Niederrhein, zelfde tijdschrift, 65. Jaarg., 1908, blz. 143.

⁴⁾ W. WUNSTORF: Über Löss und Schotterlehm im Niederrheinischen Tiefland; Verhandlungen des naturhistorischen Vereins, 1912, LXIX. Jahrgang, p. 293—340.

misschien in sterkere mate de analogie tusschen beide heidegebieden opvallen. Ik heb intusschen hierboven reeds opgemerkt, dat ik niet zeker ben van den diluvialen ouderdom van het plateaugrint hier, iets waaraan in de Kempen, waar het minder kwartsrijk is en veel Ardennengesteenten bevat, niet te twijfelen valt.

Naar het Noorden worden de Maasterrassen zandiger en ontbreekt de löss al spoedig op beide Maasoeveren; vandaar het talrijker worden der duinen, met name op het, steeds het meest zandrijke, laagterras (rivierduinen); STARING berichtte hierover reeds uitvoerig. Vooral benoorden Venlo zijn zij zeer overheerschend.

HOOFDSTUK II.

EILANDEN VAN OUDERE GRONDEN IN DE DELTA.

HET UBAGSBERG-EILAND.

Een zeer interessant punt van Zuid-Limburg en tevens het hoogste punt benoorden de Geul is de Ubagsberg (vgl. profiel I). Feitelijk is het een complex van 4 heuvels, waarvan er twee Ubagsberg, resp. Vrouwenberg, heeten en de derde en vierde (bij Huls) geen naam hebben. Zij bereiken de groote hoogte van resp. 217 M., 212 M. en 214 M. + A.P. Rondom ligt het land veel lager en daaruit laat zich afleiden, dat het zeer goed mogelijk is, dat de Ubagsberg of liever het hooge plateau onder Elkenraad, Ubagsberg, Trintelen en Huls, waarop de genoemde toppen als kleinere verheffingen gelegen zijn, *in de delta der diluviale Maas een eiland heeft gevormd*. Dit is reeds door FLIEGEL ¹⁾ uitgesproken, toen deze op een reis langs het Belgische Maasdal ook dit punt in Nederland bezocht. Hij verklaarde nml. het grint, dat op de toppen der genoemde heuvels ligt en niet zeer dik is, voor plioceen, wat eveneens zeggen wil, dat hier een eiland was in diluvialen tijd. Uit het volgende kan nader blijken, hoezeer de Ubagsberg van het overige gebied afwijkt. Ook BRIQUET ²⁾ teekent hier een grintarm gebied.

Het grint van den Ubagsberg ligt tusschen 216 en 215 M. + A.P., want het is slechts een goeden meter dik. Op den Vrouwenberg (212 M. + A.P.) is het iets dikker, bij *Huls* trof ik van dit grint een mooi voorkomen aan, dat beter een petrografische studie toelaat dan dat van den Ubagsberg, dien FLIEGEL bezocht.

Dit grint blijkt inderdaad zeer kwartsrijk te zijn en kan derhalve zeer wel als equivalent van het plioceene Rijn- en Maasgrint der kiezeloöliet-étage worden beschouwd. Het heeft bij Huls een dikte van minstens 7 M.

¹⁾ G. FLIEGEL: Eine angebliche alte Mündung der Maas bei Bonn. Beobachtungen über die Beziehungen der Pliocänen und Diluvialen Flussaufschüttungen von Maas und Rhein; Monatsberichte der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band 59, Jahrg. 1907, No. 10/11.

²⁾ A. BRIQUET: Les terrasses de la Meuse en aval de Liège; Bull. de la Soc. Belge de Géologie, etc., tome XXI, 1907, p. 347—364.

en wordt in een groeve ontgonnen (vgl. hoofdstuk X, Pliocene grint). Overigens is het in het algemeen zeer moeilijk op petrografische gronden tot plioceenen ouderdom van grint te besluiten. Kleilenzen van eenig belang ontbreken in het plateaugrint ten westen der Sandgewandstoring ten eenenmale en alleen op grond van beenderen- of plantenresten, die men daarin zou kunnen vinden, is eenige zekerheid omtrent eventueelen plioceenen ouderdom te verkrijgen. Toch is deze zekerheid voor vele geologen niet zeer groot, wanneer men ziet, hoe paleobotanici als REID, STOLLER en WEBER het onderling oneens zijn over de flora der klei van Tegelen.

Waar de basis van dit grint dus bij ± 214 M. \pm A.P. ligt, volgt daaronder *tertiair*, dat vermoedelijk *onderoligoceen* is. Het is dicht bij den molen van Ubagsberg over ± 7 M. dikte in een groeve ontsloten en door boringen stelde ik vast, dat eerst bij ± 195 M. \pm A.P. hier het krijt volgt, bezuiden den Vrouwenberg.

Dit tertiair bevatte onherkenbare fossielresten en wormbuisjes (de *tubulations d'annélides* der Belgische geologen). Het is dus geen bruinkoolzand en dus bijna zeker *onderoligoceen (tongrien)* van littoraal karakter, waarop de wormsporen wijzen. (Vgl. mijn op blz. . . . geciteerde Compte Rendu de la Session extraordinaire, etc.)

Elders heb ik op tal van punten het contact van tertiair en krijt gezien. De hoogte schommelt eenigszins. *Zelfs dit contact ligt bezuiden de Vrouwenheide nog boven den bovenkant van de diluviale wateren uit den tijd der plateau-delta* en het is opvallend en leerzaam, dat men eerst bij verder dalen in Z. richting, na het genoemde senoon-oligoceen-contact gepasseerd te zijn, bij 193 M. \pm A.P. in het niveau van het oudste deltagrint komt, dat bij *Bosschenhuizen* zeer goed zichtbaar is (basis 185 à 180 M. \pm A.P.; aan de wegen van Huls naar Simpelveld ligt een mogelijk jongere hoofdterrasafdeeling op senoon bij 154 \pm A.P. Dit grint van Bosschenhuizen en met name dat bezuiden Huls is thans slechts door de erosie der Eyserbeek gescheiden van het grint van *Bocholtzerheide* en *Banerheide*, dat zelfs nog lager ligt (basis 160 M. \pm A.P.), terwijl het ook kennelijk heeft samengehangen met het grint van *Molsberg* (basis 152 M. \pm A.P.), in een groote groeve ontsloten, en dat van *Roodeputs* (id. 151 M. \pm A.P.), eveneens goed zichtbaar.

Dit krijtbovenvlak moet dus niet verward worden met het veel hooger gelegen bovenvlak van het krijt (195 M. \pm A.P.), dat tot voetstuk dient van het tertiair van het Ubagsberg-eiland. Vgl. ook de beschrijving van het Ubagsbergpanorama in hoofdstuk IX.

Als wij ons nml. met deze locale kennis hebben gewapend en wij keeren tot den Ubagsberg terug om vandaar de geheele omgeving te overzien, geraken wij met het eilandkarakter van dien heuvel meer

vertrouwd. Wij zien in het Zuiden het veel dieper gelegen grint van Bosschenhuizen en de groeve, waarin het te zien is, even benoorden dat gehucht; in de verte ligt het plateau van Banerheide (grintbasis 160 M. + A.P.), en als wij nog verder zien tot achter de Selzerbeek, die ons overigens nauwelijks opvalt, zien wij de hoogten van de huizen van Hilleslagen (grintbasis 150 M. + A.P.) en de hooge, spitse kerk van Vijlen, die beide nog op plateaugrint gebouwd zijn op resp. ± 150 en ± 190 M. + A.P. Daarachter ligt de deltarand (*Gebirgsrand*) en veel hoger, in een niveau, dat met het onze vergelijkbaar is (250 à 322 M. + A.P.), liggen de groote bosschen tusschen Vaals en Cottessen, o.m. het Vijlenerbosch. Ik heb vroeger (blz. 17) reeds medegedeeld, dat zij niet meer op tertiair, maar op niet-fluviatiel Senoon-eluvium liggen. Slechts op enkele punten liggen nog resten van tertiair zand op deze vuursteen en deze worden, evenals het zand van het Ubagsbergeiland, door dunne tertiaire grintlagen bedekt, o.a. bij Eperheide, Cosberg en bez. Vaals.

Naar het Oosten ziende, kunnen wij de sporen van den ouden Maasloop vervolgen, die beoosten het eiland omliep. Wij zien het bebouwde plateau achter Roodeputs, beoosten de Eyserbeek, waar nader onderzoek plateaugrint ons van het hoofdterras leert kennen, en dit hangt onderbroken samen met het reeds besproken massief van Scheidt, waar de mijnschachten *Oranje-Nassau II*, *Wilhelmina* en *Willem*, alsmede de boringen bij *Valkenhuizen* en *Vrusschehueske* ons het grint doen kennen met onderkanten van resp. 137.10 M., 142.24 M., 148.10 M., 139.88 M. en 158.10 M. + A.P. Voor bijzonderheden zie men verder hoofdstuk IX.

Hoewel natuurlijk het *toeval* zeer goed de oorzaak zou kunnen zijn van het eilandkarakter van dit massief, leerde het onderzoek van den dieperen ondergrond mij, dat deze ten deele een *tektonische* is. Ik vond nml. aan twee zijden van het massief, in het Oosten en in het Noorden, *storingen, langs welke de omringende schollen sterk zijn afgezakt*. De kaart geeft ze aan. In het Oosten is, langs de vroeger door mij beschreven *verschuiving van Benzenrade* ¹⁾ ²⁾, de schol, waarop de kolenmijnen liggen, ruim 140 M. omlaag gezakt; in de boring No. 19 bij Benzenrade ligt althans de krijtbovenkant op 34.46 M. + A.P. (64.54 M. onder de oppervlakte)

¹⁾ W. C. KLEIN: Grundzüge der Geologie des Süd-Limburgischen Kohlengebietes; Sitzungsberichte des Naturhistorischen Verein der preuss. Rheinlande und Westfalens (Berichte über die Versammlungen des Niederrheinischen Geologischen Vereins), Bonn, 1910.

²⁾ W. C. KLEIN: Tektonische und Stratigrafische Beobachtungen am Südwestrande des Limburgischen Kohlenreviers, Mededeeling V der Rijksopsporing van Delfstoffen, 's-Gravenhage, 1913.

en in de nabijheid benoorden het kasteel Imsterahof rijst deze krijtbovenkant, door analoog tertiair bedekt, tot 180 M. + A.P.

In het *Noorden* zijn het een drietal verschuivingen, die het eiland begrenzen: eerstens die van *Kunrade*, die van Kunrade tot Croubeek bij Klimmen parallel aan den weg Heerlen—Valkenburg loopt en zich in het terrein als een 25 M. hooge steilrand in het krijt vertoont, evenals de verschuiving van Benzenrade zulks ten Oosten van den Welterberg doet tusschen Benzenrade en Kunrade. Bij Croubeek is een begeleider van deze storing in een groeve te zien.

Tweedens loopt van Croubeek een korte verschuiving Zuidwaarts in het Keldergraafdroogdal, waar krijt in het Oosten en tertiair in het Westen ten deele in gelijk niveau liggen; in de derde plaats loopt, van het eindpunt der genoemde storing naar het Westen garnde, de marquante *verschuiving van Schin-Op-Geulle*, die ik zoo noemde, omdat zij benoorden dat dorp goed te zien is.¹⁾ Terwijl bezuiden deze storing onder den Heugdenweg en onder Elkenraad en Eyserheide het krijt zeer hoog oprijst (tot 163 M. + A.P. langs den Heugdenweg en hooger) ligt het benoorden de verschuiving, op 2 K.M. afstand van den Heugdenweg, onder Maarsmaal, dat op zichzelf reeds lager ligt bij + 137 M., onder een dikke diluviale en tertiaire bedekking (met onderoligoceene *Cerithien*). Hier ligt de krijtbovenkant, dien ik uit een put te Maarshaal leerde kennen, op 96 M. + A.P. Veel van deze hoogten, die de kaart niet aangaf, zijn barometrisch bepaald.

Langs de *verschuiving van Schin-Op-Guelle* is het krijt dus vermoedelijk ²⁾ ± 40 M. omlaag gezakt en het ontbreken van diluviaal grint op het Ubagsbergmassief, gepaard aan de aanwezigheid van vermoedelijk onderoligoceen tertiair aan beide zijden, leert ons, dat deze verschuiving tusschen het onderoligoceene en het diluviale tijdvak valt. Voor de verschuiving van Benzenrade heb ik reeds vroeger den ouderdom der zakking van de oostelijke schol tusschen dezelfde tijdstippen begrensd.

Mogelijk gelukt het later nog, ook aan de andere zijden van het massief dislocaties in het krijt aan te toonen. *Het bovenstaande bewijst echter voldoende, dat het Ubagsbergmassief, dat een eiland vormde in de diluviale Maas- en Rijndelta, tevens een verheffing van tektonischen oorsprong is,*

¹⁾ vgl. het meer genoemde Compté Rendu, blz. B. 369, en voorts mijne Mededeeling V der Rijksopsporing van Delfstoffen, blz. 45—52.

of het resumé daarvan in het Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over 1912: Toelichting bij een Geotektonische kaart van het Zuidwestelijk deel van het Limburgsche Kolenbekken op de schaal 1 : 50000 door W. C. KLEIN.

²⁾ Gelet op de helling naar het Noorden, die alle secundaire en tertiaire lagen toonen, is het bedrag wat lager gesteld en niet als 67 M. berekend.

wier ouderdom tusschen onderoligoceen en diluviaai is te stellen. In de aan den voet geciteerde studie wordt de ouderdom nader besproken en het vermoeden van opperoligoceen uitgesproken. Het is dus geen toeval, dat juist hier een delta-eiland aanwezig was.

HET NIEUWENHAGER EILAND.

De hooge ligging van het grint, dat hierop ligt, is mij niet onmiddellijk opgevallen, waarschijnlijk, omdat de onderkant bijna nergens te zien is (150 M. A.P.).

Wel had ik sinds langs den grooten kwartsrijkdom van het grint der groeve bij punt 161 bij Lichtenberg opgemerkt. Ook *oölieten en verkiezelde fossielen waren hier zeer talrijk*, hetgeen o. m. nog bij een bezoek van mijn Duitschen collega FLIEGEL bleek bij een gezamenlijke excursie door ons naar die groeve ondernomen. Het grint doet mij denken aan het plioceene grint, maar tegelijkertijd vond ik, als groote zeldzaamheid — en A. ERENS reeds vóór mij — stollingsgesteenten. Ik kon dus niet besluiten het tot deze étage te brengen, hoewel de groeve nabij punt 161, een der hoogste punten van Limburg benoorden de spoorlijn Sittard—Herzogenrath, gelegen is.

En hoewel ik thans, bij nadere barometrische opnamen, gezien heb, dat hier een zelfstandig grinteiland ligt (basis 146 á 150 M. + A.P.) dat rondom door hoofdterrasdiluvium in wat lager niveau (basis 138 en 137 M. + A.P. of lager) begrensd wordt, valt het mij toch nog moeilijk, dit grint met dat van den Ubagsberg gelijk te stellen en als plioceen te beschouwen. Te meer, waar FLIEGEL sindsdien van den Altesten Diluvialschotter spreekt, die ook kwartsrijk is en mogelijk in dit gebied reeds in hooger niveau ligt dan het hoofdterras, voor zoover hij bewaard bleef. En van de verdwenen plioceene lagen (vgl. blz. 88) moet noodzakelijk een deel van het hooge kwartsgehalte door dit oudste diluviale grint zijn opgenomen, méér dan door het hoofdterras.

Scheiding van diluvium en plioceen op grond der petrografische kenmerken alleen is in Limburg een moeilijk probleem.

Momenteel schijnt het mij dan ook van het meeste belang, slechts vast te stellen, dat hier werkelijk een hooger grintterras ligt, dat ook morpho- (op de hoogtekaart) te voorschijn treedt. Als later met zekerheid blijkt, dat het geen plioceeneiland is, moeten we hier een equivalent van het oudste hooftterras van Margraten aannemen.

Hieronder geef ik de volgende cijfers, die ik voor verschillende *grint-onderkanten in het lagere gebied rondom de hoogte van Nieuwenhagen* (160 M. + A.P.) bepaalde.

		Nog aanwezig met een dikte van :
<i>In het Noorden</i> ligt het grint:		
Op den Heksenberg	boven 137.60 M. + A.P.	0.40 M.
Beoosten Oirsbeek en Oppeven. . .	„ 99.00 „ + „	2.00 „
Op den Bousberg, bij de hoeve Kakert	„ 137.80 „ + „	1.2 „
Bezuiden paal 269 aan de Duitsche grens	„ 120.50 „ + „	± 1.5 „
Op den heuvel bij Geid (± 111) benoorden Heerlerheide	„ 106.50 „ + „	4.5 „
Bij den Driesprong in Schrijversheide	„ 106.50 „ + „	0.5 „
Op den heuvel ten N. O. van den zes- sprong met Kruis beoosten Geid	„ 119.50 „ + „	zeer gering.
Ten Westen van Rumpen	„ ± 114.00 „ + „	2.0 M.

In het Westen van Noord naar Zuid gaande:

Op den Kapelberg bij hoeve Leen. boven	138.90 M. + A.P.	1.1 M.
In de Gemeentegroeven aan den weg Heerlen—Schaesberg, bezuiden dien weg, nabij Streep	„ ± 133.00 „ + „	minstens 5.0 M.
In de groeve, even bezuiden de spoorlijn, bezuiden de vorige. .	„ ± 135.00 „ + „	minstens 3.0 M.

Men bedenke, dat de grintdikten, die in groeven te zien zijn, doorgaans niet de volledige dikte voorstellen; men zet de groeven steeds in hellingen aan, waar het bovenste grint veelal ontbreekt, ook ligt er löss over heen.

In het Oosten, van Noord naar Zuid gaande:

		Dikte.
In steenkoolboring Waubach No. 82 boven	125.10 M. + A.P.	5.10 M.
	of lager.	of meer.
In de groeve beoosten Waubach aan den weg naar Scherpenseel . .	boven 115.00 M. + A.P.	minstens 13.0 M.
In de steenkoolboring Groenstraat No. 37.	„ 127.50 „ + „	gering.
In de steenkoolboring Groenstraat No. 14.	„ 132.50 „ + „	„
Even ten N.W. der halte Eygels- hoven	„ 116.50 „ + „	6.00 M.

	Dikte.
Bij den Anseltermolen (beoosten) . boven 126.00 M. + A.P.	10.00 M.
Aan den weg Kerkrade—Eygelshoven „ 129.50 „ + „	—
Bezuiden Eygelshoven in een dennen- bosch „ 117.00 „ + „	4.00 „
<i>Op het krijtmassief zelf:</i>	
Bij het station Schaesberg in de insnijding hooger dan 147.00 M. + A.P.	—
In de groeve ten N.O. van dit station (eigen. Hanebeukers) „ „ 152.20 „ + „	7.00 „
In de groeve bij punt 161 te Nieuwenhagen „ „ 146.50 „ + „	5.00 „
In de steenkoolboring No. 38 ten N.O. dezer groef boven 143.50 „ + „	} 6.00 „
Op den Aretsberg „ 154.00 „ + „	
„ „ Hoekpuntsheuvel ¹⁾ . . . „ 155.00 „ + „	
¹ / ₂ K.M. benoorden paal 23 aan de spoorlijn beoosten station Schaasberg „ 149.50 „ + „	2.00 „

In het Zuiden ligt het grint ook weer veel lager, ofschoon de onderkant van eenzelfde grintterras in het algemeen naar het Zuiden stijgt. We hebben dus blijkbaar met een erosierest van een ouder terras te doen.

	Dikte.
In den schacht Carl of Oranje-Nassau II (Zuideinde van Scheidt) ligt het grint bij 137.10 M. + A.P.	6.6 M.
In de schachten Wilhelmina (Ter- winselen), die nog verder Zuidelijk liggen. boven 142.34 „ + „	4.0 „
In de groeve bij Hopel „ 137.00 „ + „	4.0 „
In steenkoolboring No. 21 aan de spoorlijn bij paal 23 „ 136.70 „ + „	—
In de bosschen benoorden de lijn Schaasberg—Eygelshoven tus- schen de palen 23 en 24: van W. naar O. resp. „ 138.50 „ + „	} 5.00 „
„ „ „ „ „ „ „ 135.00 „ + „	
„ „ „ „ „ „ „ en 134.00 „ + „	

¹⁾ Deze ongenoemde heuvel kan aldus heeten, wijl het Noordoostelijk hoekpunt der Concessie Oranje-Nassau op zijn top ligt.

Bij deze hoogtemetingen heb ik mij er steeds, dikwijls met behulp van graafwerken, van overtuigd, dat men hier met den *horizontalen* onderkant van vrijwel horizontaal gelaagd plateaugrint en niet met den hellenden onderkant van afgezaakt hellinggrint te doen had.

Uit de gegeven cijfers blijkt dus voldoende, dat zelfs ver *bezuiden* het massief van Nieuwenhagen (in de schachten Wilhelmina) het grint met zijn onderkant steeds *onder 145.00 M. + A.P.* ligt; in het *Westen* ligt deze onderkant *onder 140.00 M. + A.P.*; in het *Oosten*, waar vermoedelijk recente bewegingen langs den Feldbiss, die hier ter plaatse van de kerk van Eygelshoven doorstrijkt, plaats hadden, (vgl. profiel I voor deze beweging), ligt hij nog lager, bijna steeds *onder 130 M. + A.P.*

Op het massief zelf ligt de grintonderkant in 't algemeen *boven 150.00 M. + A.P.* In de onlangs opnieuw verbreedde *spoorweginsnijding bij het station Schaesberg* viel het mij zeer op, dat hier benoorden het station bij 147.00 M. + A.P. löss op het tertiaire zand lag en wij ons hier blijkbaar op den hellenden rand in het tertiair bevinden, die het massief rondom begrenst en naar het hoofdterras afdaalt. Als men langs de spoorlijn van dit punt omlaag gaat in de richting Heerlen, passeert men het hoofdterrasgrint in de gemeentegroeven bovengenoemd (basis 133 M. + A.P.) Klimt men noordwaarts tot punt 161, dan is men in het niveau van het oudere massief gekomen.

Alleen in het *Noorden* is de grens van het eiland niet scherp. Slechts op enkele geïsoleerde heuvels ligt in het sterk geërodeerde landschap tusschen Roode Beek en Molenbeek (bij Heerlerheide), een eenigszins dikke grintlaag. Die van den Heksenberg is zoo dun (0.40 M., hoewel BRIQUET ze op 3 M. stelt, voor zoover ik het uit zijn kaart kan opmaken), dat de onderkant niet als onderkant van een vroeger hier aanwezig grintmassief beschouwd behoeft te worden.

Het lijkt mij onwaarschijnlijk, dat ook dit hooge grintmassief van Nieuwenhagen een tektonischen oorsprong heeft. Alleen in het *Oosten* wordt het begrensd door den Feldbiss. In het *Zuiden* ligt geen breuk; dit is door den kolenmijnbouw althans waarschijnlijk geworden. Ook in het *Westen* en *Noorden* zijn geen aanwijzingen voor eenigszins belangrijke breuken. Uit de steenkoolboringen leidde ik hier slechts de onbelangrijke storting van Schrijversheide af.¹⁾

Sinds korten tijd is mij bij *Rumpen*, langs een *Oostwestelijke* lijn, die $\frac{1}{4}$ K.M. bezuiden het Gemeentehuis loopt, over den Westelijk gelegen Kruisberg heen, een belangrijke denivellatie in het grint aldaar bekend geworden. Bezuiden deze lijn ligt bewesten Rumpen het thans nog slechts dunne plateaugrint boven 110 M. + A.P. Dit is zeer duidelijk te zien

¹⁾ W. C. KLEIN, op cit. (Grundzüge enz. blz. 77).

in den hollen weg bewesten den viersprong in Rumpen, waar men steeds in witte zanden blijft tot nabij den top van den heuvel. Op den top van dezen Kruisberg is een groeve, waar in het Zuidelijk deel dit hooggelegen zand nog te zien is en in het noordelijk gedeelte ligt alleen grint, dat blijkens een boring nog tot ± 5 M. onder den bodem der groeve gaat (tot 96.00 M. + A.P.) (Zie fig. 4). Het schijnt mij toe, dat deze lijn met dezelfde eigenschappen tot Amstenrade doorloopt. Daar ligt aan den grintweg naar Brunssum een groeve met diluviaal grint, van 102 M. tot 96 M. + A.P. zichtbaar, welks basis onbekend is; in een boring aan

terrasgrint

| mioceen zand



FIG. 4. Rand van een terrasafzetting (oude rivieroever) in een groeve op den Kruisberg bij Rumpen bez. Brunssum.

dien weg (S. M. II bij het Mareboschje) was deze 92.80 M. + A.P. In de nabijgelegen steenkoolboring was de onderkant 88 M. + A.P., dus ook laag. Dit valt op, als men bedenkt dat bezuiden Amstenrade, in Schacht Emma, de grintbasis op 103 à 104 M. + A.P. ligt. Hoewel dit sterk aan een storing doet denken, bleek uit twee speciaal met dit doel op den Kruisberg op kosten der Staatsmijnen door mij uitgevoerde boringen, dat dit niet het geval is. Een tertiaire bruinkoollaag loopt ongestoord onder de groeve door. Dus zijn hier twee hoofdterras-étages, met een gering basisverschil, waarover verder gezwe- gen zal worden. Steeds blijkt,

dat de terrassenontwikkeling niet in een bepaald schema onder te brengen is.

BRIQUET'S INDEELING DER LIMBURGSCHER PLATEAUTERRASSEN.

Aan het slot van deze beschouwingen mag ik niet verzuimen ook wat uitvoeriger te gewagen van de vroeger reeds geciteerde *studiën van Briquet* ¹⁾ ²⁾. Reeds vroeger heb ik medegedeeld, mij met schrijvers indeeling van ons diluvium niet te kunnen vereenigen (op cit. blz. 72). Ook van andere zijde is deze twijfel uitgesproken ¹⁾. Alles wat ik

¹⁾ A. BRIQUET: La Vallée de la Meuse en aval de Sittard; Bull. de la Soc. belge de Géologie, etc. t. XXII, 1908, P. V. p. 366—378.

²⁾ A. BRIQUET: La vallée de la Meuse en aval de Liège; Bull. de la Soc. belge de géologie, etc., Tome XXI, 1907, Mémoires.

hier, behalve de gebieden van Ubagsberg en Nieuwenhagen, tot het hoofdterras of een enkele oudere étage van dit terras gerekend heb, dus tot hoogstens twee tijdvakken van de geschiedenis van Maas en Rijn, deelt hij in *10 terrassen* in. Dit is toch blijkbaar te ver doorgevoerd, als wij bedenken, dat de Duitschers nabij Koblenz en op andere punten langs den Rijn, waar de terrasindeeling nogal gecompliceerd is, het hoofdterras ook hoogstens in tweeën splitsen (*obere Terrassengruppe* van LEPPLA, eigenlijke *Hauptterrasse* en *Ehrenbreitsteiner Stufe* van deze). Ook FLIEGEL ging niet verder dan tot de opstelling van een „Ältesten Diluvialschotter” naast de *Hauptterrasse*. En neemt men aan, dat ook het bovenste middenterras (*Apollinaris-terras* bij Remagen, KAISER; *Hochterrasse* aan den Rodderberg, STEINMANN) met het hoofdterras verward kan worden, dan komt men hoogstens tot drie terrassen. LORÉ, die het eerst de terrassen der Nederrijnsche Bocht bestudeerde, heeft de *Hauptterrasse* (zijn hoogterras) nooit verder ingedeeld.

Waar wij bij de studie der Maasterrassen met recht een analogie met den zooveel beter bestudeerden en nabijgelegen Rijn mogen verwachten, is dus een zoover doorgevoerde indeeling reeds om die reden verdacht.

BRIQUET's terras van *Caberg* is ook volgens mij een middenterras. De hooger gelegen, door hem onderscheiden terrassen van *Jupille* en *Lanaeken* zijn over een zoo uiterst klein oppervlak (eenige H.A.) bekend, dat reeds daarom de aparte benaming af te keuren is. Deze terrassen dienen dus m.i. ook te verdwijnen uit de lijst, die in haar geheel, als volgt is opgesteld:

Volgens BRIQUET:		Volgens schrijver dezes:
Hoogte + A.P. in M.	Dikte in M.	
238.00	10.00 Huls.	Kiezeloölietétage. ouder hoofdterras van Margraten.
208.00	10.00 Landraad.	
193.00	10.00 Crapoel.	
178.00	10.00 Margraten.	
163.00	10.00 Sibbe.	
148.00	10.00 Klimmen.	Hoofdterras.
136.00	15.00 Heer.	
123.00	15.00 Berg.	
111.00	10.00 Fort St. Pierre.	
108.00	20.00 Campine.	
75.00	9.00 Lanaeken.	Middenterras. (Middenterras ook volgens BRIQUET). (Laagterras en alluvium ook volgens [BRIQUET]).
70.00	12.00 Elsloo.	
58.00	8.00 Jupille.	
55.00	5.00 Caberg.	
48.00	10.00 Plaine de la Meuse.	
44.00	lit majeur.	Alluvium.

¹⁾ G. FLIEGEL: in W. WUNSTORF en G. FLIEGEL, op cit. blz. 331.

BRIQUET geeft op blz. van zijn verhandeling aan, hoe hoog de boven opgesomde terrassen boven de Maasvlakte (48 M. + A.P.) liggen, gemeten op de breedte van Maastricht. Waar vele van zijn terrassen (o.a. die van Crapoel en Landraad) op de breedte van Maastricht niet door hem gevonden zijn, moest hij dus de hoogte van het terras op deze breedte *taxeeren*, onder aanname van een zekere daling van Zuid naar Noord. Die taxaties zijn dus niet te controleeren. Hetzelfde geldt voor de door hem opgegeven dikte van het grint, wijl men in 't geheel niet verneemt, waar deze bepaald zijn.

De gegeven lijst beschouwend, laten zich echter toch de volgende *opmerkingen* maken.

Het *terras van Huls*, waarmede hij het vermoedelijk plioceene grint van het Ubagsbergeiland bedoelt (vgl. prof. I), ligt niet met den bovenkant op $48 + 190 = 238$ M. + A.P., zooals uit de lijst zou blijken, maar op 217 M. + A.P. (hoogste top op den Ubagsberg).

De cijfers voor de *daaronder volgende terrassen* zijn niet te beoordeelen; ik verklaar de steeds diepere ligging van het grint dier terrassen, die ik tot en met het Kempensche alle tot de twee groepen van het hoofdterras moet rekenen, op andere wijze. De plaatsnamen der diepere terrassen behooren nml. bij steeds meer noordelijk, of wel, meer Maaswaarts gelegen plaatsen; en hieronder zal ik aangeven, waarom in die richting daling plaats hebben kan van den onder-, resp. bovenkant van een bepaald terras.

De *dikten* schijnen mij betrouwbaar, het terras van *Berg* is o.a. bij Vilt 14.16 M. dik en BRIQUET geeft 15 M. op; de dikte van 20 M. voor het *Kempensche grint* is eveneens vrij juist. De boven het plateau gelegen boringen naar steenkool No. 61 bij *Sutendael* en No. 11 op de *Mechelensche heide* vonden b.v. 17 M. diluvium (mondgaten resp. 91.00 M. en 92.50 M. + A.P.). In de groeven zag ik een dergelijke dikte nooit.

De bovenkant van dat *Campine-plateau*, dien BRIQUET als 108.00 M. + A.P. aangeeft, is ook blijkbaar geprojecteerd, want het hoogste punt van het Kempen-plateau, dat nabij de zuidelijke tong, bij Lanaeken ligt, is slechts 104.00 M. + O.P. (Ostendesche Peil) = ongeveer 102.00 M. + A.P. Mogelijk heeft hij echter gedacht aan het terrasfragment bij Waetwilder, even beoosten Bilsen. De heuvel bij dat dorp stijgt tot 109.00 M. + O.P. en draagt een grintlaag. Oorspronkelijk heeft deze zeker samengehangen met het Kempen-plateau, waarvan het dal der Kroonbeek het thans scheidt.

Met het *terrasje van Lanaeken* bedoelt BRIQUET blijkbaar een heel klein plateautje beoosten het Kasteel Kewith, dat op 75.00 M. + A.P. ligt ¹⁾.

¹⁾ Zie het Belgische kaartblad Veldwezelt (1 : 20000).

Overigens loopt echter de hoogtelijn van 75.00 M. + A.P. overal langs de steile helling van het Kempenplateau. Dit kleine stukje bouwland kan ik onmogelijk als een zelfstandig terras opvatten, dat zich n.b. nog bij Luik terug zou laten vinden!

Het *terras van Caberg* (vgl. mijn profiel II) is door BRIQUET het eerst als middenterras herkend; hij geeft als dikte van het grint 5 M. op en als bovenhant 55 M. + A.P. Dit kan verbeterd worden. De dikte van het grint is nl. in den put te Caberg blijkens informatiën 10 M. (eveneens 10 M. bij Smeermaas (STARING, deel II, blz. 111) en in de groeven bij Rothem is 10 M. grint zichtbaar. Ook de boring beoosten Lanaeken bij Café Tournebride trof 11.50 M. grint aan. Bij de hoogte-opgaaf 55.00 M. + A.P. moet men wel bedenken, dat er in het terrein een lösslaag bovenligt, die bezuiden Heer 8.00 M. en bij Caberg 10.00 M. bedraagt, zoodat de bovenkant van het terras in het terrein 60 à 70 M. wordt.

Het *terras van Elsloo* (vgl. mijn profielen IV en VI) is hiermede identiek. Het lijkt iets hoger door de buitengewoon dikke lössbedekking, die nabij Krawinkel tot 12 M. stijgt. Waar BRIQUET 12 M. opgeeft voor de grintdikte is dit blijkbaar in den bekenden *steilrand, benoorden Elsloo aan de Maas* gemeten, waar ik deze als 13 M. bepaalde. Hier is echter de dikte door erosie verminderd; landwaarts onder Beek, Krawinkel, enz. bedraagt zij steeds minstens 15 à 19 M. De bovenkant van het grint is niet 70.00 M. + A.P. maar veel lager, zooals ik later aangeven zal (blz. 47).

Dit *terras van Elsloo* schijnt BRIQUET niet meer tot de middenterrassen te rekenen. Wel is, voor zoover het is na te gaan op het zeer schematisch kaartje van dezen auteur, dat bijna geen topografische details bevat, de grootte van dit terras van Elsloo vrij goed door hem aangegeven. Het Geleenalluvium is echter te breed geteekend en aan de Oostzijde der Geleen ligt ook nog een stuk van dit middenterras (bij Munstergeleen), dat op genoemd kaartje ontbreekt. Kortom, in hoofdtrekken zijn BRIQUET's waarnemingen dikwijls juist. Hij deed mooi pioniers-werk, dat aan schrijver dezes zijn arbeid zeer heeft vergemakkelijkt.

VARIATIES IN DE HOOGTELIKKING VAN HET PLATEAUGRINT EN HUNNE OORZAKEN.

Hoewel de cijfers van BRIQUET voor het *hoofdterras* niet nauwkeurig zijn, geven zij toch zeer goed aan, hoe belangrijk de variatie in hoogteligging is. Soms heeft, weliswaar, de lössdikte daarop grooten invloed. Deze dikte is nabij den rand van het Maasdal in engeren zin (bij den Rijn noemt men het in het breede hoofdterras ingesneden deel het *Engtal*) meestal nul en kan op het plateau tot 10 M. en meer stijgen en dit is dus een *eerste oorzaak* van het dalen van het plateau naar de Maas.

Blijkens de profielen II en VI spelen echter in de *tweede* plaats ook *verschuivingen* een rol. In Vilt en in Berg zijn diluvium en tertiair even dik,

in Vilt ligt onder 143 M. + A.P.:	in Berg bij de Barakkengroef ligt onder 120 M. + A.P.:
16.24 M. diluvium	16½ M. diluvium
en 4.72 „ tertiair	en 15½ „ tertiair
onderkant 118.54 M. + A.P.	onderkant 87.00 M. + A.P.

Vermoedelijk is hier een verschuiving, die na het ontstaan van het hoofdterras deze afzetting heeft verzet. Genoemde profielen (II) geven deze verschuiving aan, welke zeer wel met het westelijk verlengde der Klauwpijpverschuiving in de Valkenburgersteengroeven kan corresponderen.

Voorts wijzen de profielen misschien op dergelijke dislocaties in de omstreken van Groot-Welsden, Margraten en Sibbe. In profiel I ziet men, dat vanaf Vroenhoven tot voorbij Keer het hoofdterras een regelmatigen onderkant heeft. Deze bedraagt bijv. bij Vroenhoven 96.00 M. + A.P., op het plateau van St. Pieter 94.00 M. + A.P., bij Cadier 112.00 à 116.00 M. + A.P. Voorbij Keer loopt de profiellijn langs den grooten weg Maastricht—Aken. De weg stijgt, en men bespeurt geen enkele grint-groeven. Eerst nabij Margraten ontmoet men deze, bezuiden dat dorp, waar ik twee grintbases bepaalde als 161.00 M. + A.P. (bij den viersprong met Kruis, ½ K.M. bezuiden de kerk) en als 163.00 M. + A.P. in een grintgroeven in het gehucht Termaar, gemiddeld dus 162.00 M. + A.P.

De terreinhoogte is hier 170.00 à 175.00 M. + A.P. Tot aan de daling naar het Geuldal, voorbij de Hut bij de waterscheiding tusschen de Maas en Geul, blijft het terrein vrijwel horizontaal. Het grint van Margraten is analoog aan dat van Keer; het is bruin, bevat vele groote blokken en toont verweerbare gesteenten, o. a. leifragmenten. Kiezeloölieten en verkiezelde jurafossielen trof ik niet aan; het grint moet dus, wat den petrografischen habitus betreft, voor diluviaal worden gehouden. Het groote verschil van de basis (162.00 M. + A.P.) met die van het grint van Cadier (116.00 M. + (116.00 M. + A.P.) wijst in deze profiellijn op de mogelijkheid van het bestaan van twee verschillende stadia (trappen) in het hoofdterras, en wij denken hier als vroeger gezegd (blz. 13 van hoofdstuk I) aan de Hauptterrasse en den „ältesten Diluvialschotter” van FLIEGEL. Het grint van Cadier en Keer zet zich Zuidwaarts voort, zonder dat de basis stijgt, tot onder Moerslag bij St. Geertruid nabij Eysden (112.00 M. + A.P.) aan de Belgische grens.

Eveneens toont ons het noordzuidelijke profiel door Margraten (VI) dat bezuiden deze plaats slechts het hooger gelegen grint voorkomt (Reymerstok, basis 162.00 à 159.50 M. + A.P.; groeven bewesten Hoogcruts 168.00 M. + A.P.). Wij kunnen hier echter ook een verschuiving aan-

nemen, ongeveer parallel aan het Maasdal en hebben in dat geval toch overal met hetzelfde terras te doen, iets, waarvoor de petrografische analogie zeer pleit. De toekomst moge deze twijfel wegnemen, thans is zulks onmogelijk.

Noordwaarts gaande vanuit Cadier, vindt men in Berg nog een dergelijke grintbasis als te Cadier, nl. op 117.00 M. + A.P.; de Geul overstekende vindt men bij Geulem 103.50 M. + A.P., bij Waterval benoorden Meerssen 103.00 M. + A.P. en bij Vliek benoorden Meerssen 96.00 M. + A.P. als basis. Alles behoort hier blijkbaar tot een en hetzelfde hoofdterras.

Noordwaarts gaande van uit Margraten, leert ons profiel VI, dat hier integendeel een sterke daling intreedt. Gaande langs den landweg Margraten—Groot-Welsden (even bewesten den grintweg tusschen deze plaatsen), treft men in het niveau 152.00 M. + A.P. weder grint aan, dat op krijt ligt. Aan dien grintweg ligt in een groeve de basis op 144.00 M. + A.P. Noordwaarts gaande kan men op de ruggen, die hier loopen, krijtbovenkanten aangraven op 142.00 + A.P. in de Zuidelijke kom van Groot-Welsden; op 143.00 M. + A.P. bij de grot benoorden Groot-Welsden. Te Sibbe verschijnen, evenals te Vilt, eenige meters tertiairzand en moeten wij den tertiairbovenkant beschouwen. Deze is bij Sibbe 143.00 M. + A.P., zoowel in het Westen (in een boring) als in het Oosten van het dorp (in een hollen weg); te Yzeren 144.00 M. + A.P. (in den put); bij Vilt 126.00 M. + A.P.; in een put, ten Z.W. van Vilt 123.00 M. + A.P. Al deze cijfers zijn tamelijk overeenstemmend, alleen bij Margraten ligt alles hoger. Ik vermoedde hier in het profiel VI reeds lang het bestaan van een dezer *Oostwestelijke storingen*, die in de Nederlandsche Bocht en ook elders in Zuid-Limburg sinds kort bekend geworden zijn. Bij de groote hoogteverschillen zou dan toch al het grint tot eenzelfde terras kunnen behooren. Hoewel het geen zekerheid geeft, zie ik een bevestiging van dat vermoeden in de constateering eener *oostwestelijk loopende storing in de grintgroeve van Termaar*, welke ik ook op het profiel VI heb ingeteekend, ondanks haar gering bedrag (de zuidelijkste stippellijn). Het noordfront dier groeve was langs deze loodrecht staande storing $\pm \frac{3}{4}$ M. omlaag gezonken. Bezuiden deze hielden de grintlagen alle onder $\pm 15^\circ$ noordwaarts. Deze storing ligt nog even bezuiden den grooten weg Maastricht—Aken. Benoorden dien weg is door het dikke lössdek en het ontbreken van groeven geen grintbasis meer te bepalen. Het land ligt er echter nog hoog (onder de kom van Margraten) en dus ook vermoedelijk deze basis. Eerst in den genoemden landweg naar Groot-Welsden verschijnt lager gelegen grint (152.00 M. + A.P.), eveneens in den landweg Margraten—Klein Welsden (152.00 M. + A.P.) en ook in den landweg, die benoorden den grooten weg van Margraten naar het Westen loopt.

Hier ligt dus, als zij bestaat, de hoofdstoring, waarover gesproken werd en die ik eveneens in het profiel intekende met een stippellijn. Naar het Maasdal toe verdwijnt zij, want de grintlagen langs deze rivier liggen van Keer tot Eysden steeds op ± 116.00 M. + A.P. (basis).

Bij de Hut en Ingber, op de waterscheiding tusschen Gulp en Maas, ligt het grint zonder twijfel even hoog als te Margraten; slechts zuidelijk van deze vlekken, te Reymerstok (aan den weg naar Gulpen) is dat in groeven te constateeren (162.00 à 159.50 M. + A.P.). Noordoostelijk van Margraten onder Schuller en Berghoven ligt de basis op ± 147.00 M. + A.P., resp. 157.00 M. + A.P. beoosten Berghoven, en op meer dan 149.00 M. + A.P. aan den landweg Schuller—Gulpen, waar deze het dal benoorden Ingber snijdt. Daar ligt een zeer instructieve groeve, die sterk gestoorde grintlagen vertoont en weer eens leert, hoe voorzichtig men hier moet zijn met splitsing van het hoofdterras op grond van variaties in de basisligging daarvan. De storing verloopt in noordelijke tot noordwestelijke richting. Aan haar Oostkant zijn de grintlagen tot een vlak zadel geplooid. Het bedrag was niet te bepalen.

Het geheele plateau bezuiden de Geul is arm aan grintgroeven. Men krijgt geen goed beeld der diluviale storingen; als men de studie van het krijt tevens zeer gedetailleerd ter hand neemt, zal wat meer te bereiken zijn. In den geheelen omtrek van Margraten is echter ook van deze formatie niet veel te zien. Inmiddels is mijn collega UHLENBROEK met de bestudeering begonnen en heeft een kaart gegeven in het Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over 1911: Het Krijt van Zuid-Limburg. Toelichting bij een geologische kaart van het Krijtgebied, blz. 48—57. Daarop staan geen storingen aangegeven.

Er zijn nog tal van andere geheele zekere voorbeelden van belangrijke diluviale verschuivingen bekend. Dat van de Sandgewand beschreef ik reeds op blz. 82 van de „Grundzüge der Geologie des Süd-Limb. Kohlengebietes” en later in Mededeeling V der Rijksopsporing van Delfstoffen: Tektonische und Stratigrafische Beobachtungen am S.W. Rande des Limburgischen Kohlenreviers, blz. 10; dat van den *Feldbiss* is op blz. 27 aangehaald. Men vergelijke ook de dislocatie van het hoofdterras door Sandgewand en Feldbiss in de profielen IV en I! Het verlengde van de *verschuiving van Benzenrade* op Duitsch gebied, door HOLZAPFEL als *Verwerfung von Horbach* in 1902 beschreven, is een duidelijke diluviale steilrand in het hoofdterras. Hij loopt van de grens bij Vrusschehueske bewesten Locht tot Richterich. In profiel III moet nabij Thul ook aan storingen worden gedacht.

In de *derde* plaats is er nog een factor, die m.i. de hoogteligging der terrassen plaatselijk zeer wijzigen kan in ons gebied. Van Bunde tot

Elsloo ligt langs den rand van het Maasdal, en van Bunde tot beoosten Valkenburg langs den Noordrand van het Geuldal, een opvallend *bronniveau*, waarop tal van kleine beekjes ontspringen, die zich soms reeds door achterwaartsche erosie tot veel grootere beken hebben uitgebreid ¹⁾. Het zijn o.m. de Slakbeek bij Elsloo, de Walsenbeek bij Geulle, de Watervalderbeek bij Meerssen en de Straatbeek bij Houthem.

Al deze bronnen ontspringen in zandlagen, die onder het plateaugrint en boven een kleilaag gelegen zijn, en nu twijfel ik er niet aan, of deze voortdurende stroom heeft meerdere meters van deze zandlagen langs den dalrand weggenomen. Waar ik soms het grint op de klei vond rusten, kan dit het gevolg zijn van het totaal verdwijnen van het zand. Ik kwam



FIG. 5. Krijtverweering Groeve bewesten den weg Margraten—Kl. Welsden (zuidfront). Uitloogingstrechters in den mergel (links en rechts), waarin het grint omlaag zakte.

op dit denkbeeld, toen de heer RUTOT mij opmerkzaam maakte op dergelijke gevallen in het *Sennedal* bij Brussel en in Vlaanderen, die door hem geobserveerd waren.

Nabij Brussel bijv. beschreef MOURLON in 1880 een profiel bij het station Calevoet (Uccle, Brussel) in zijn werk „Géologie de la Belgique”

¹⁾ Een dergelijk bronniveau ligt ook bewesten de Geleenbeek onder Klimmen en Hulsberg en beoosten de Roode Beek. Men vergelijke: W. C. KLEIN, Over grondwater in het Zuiden des lands; De Ingenieur 21 Dec. 1912, No. 51.

dl. 1, p. 229, dat tal van parallele verschuivingen van gelijken zin vertoonde, die alle dalwaarts gericht waren. RUTOT toonde later aan, dat dit het gevolg is van onderwasschingen door het water, dat op wat lager niveau in bronniveaux te voorschijn trad. Hij beschreef dergelijke verschijnselen uitvoerig van het heuvelland benoorden het kanaal Gent—Brugge: Note sur quelques nouveaux points de la géologie des Flandres, Bull. de la Soc. belge de Géologie etc. IX, 1895, blz. 297. Zandlagen van 5 M. bleken soms verdwenen te zijn.

Ten slotte ligt in het Zuiden langs den deltarand het hoofdterras als steeds in dergelijke gevallen veel hooger dan meer noordelijk.

En ook de sterke *verweering en oplossing van het krijt*, die wij in zoo-veel groeven observeeren, geeft te denken. Verschillende van de besproken invloeden zijn bij de Rijnterrassen niet werkzaam geweest. Bij zijn studie van de Maasterrassen van Engis tot Namen heeft STAINIER ¹⁾ bijv. die, welke op kalksteenlagen, geheel uitgeschakeld uit zijn beschouwingen. Waarom zouden geen *dolinen* en *poljen* in den bovenkant van ons Senoon kunnen voorkomen? Benoorden *Ingber* vond ik in een grintgroeve steile laagstanden en verschuivingen, die ik aan uitloosing van het onderliggende krijt toeschrijf.

Aan den weg Margraten-Groot-Welsden is het krijt sterk opgelost, in een groeve aldaar ziet men een krijtpijler staan temidden van omlaaggezakte grintlagen, wier onderkant oorspronkelijk horizontaal was. *Vgl. de foto fig. 5.* Ook in de „marnières” bewesten Visé is zulks te zien, maar ligt geen Maasgrint, doch vuursteeneluvium, op de kalken. Hier was een langere tijdsperiode beschikbaar voor de oplossende werking.

¹⁾ X. STAINIER: Le cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire; Bull. de la Soc. belge de Geol., de paléontologie et d'Hydrologie, T. VIII, 1894.

HOOFDSTUK II.

HET TEGENWOORDIGE MAASDAL IN ZUID-LIMBURG IN ENGEREN ZIN.

INLEIDING.

De Limburgsche dalen vallen in het landschap het meest in het oog. Omdat de spoorwegen langs Geleen-, Maas- en Geuldal gaan en zij het plateau alleen bij Schaasberg en nabij Bocholtz (aan de Duitsche grens) overschrijden, heeft de gewone toerist dikwijls het plateaulandschap nauwelijks leeren kennen. Zoo kan hij ook in den waan verkeeren, dat Limburg vrij boschrijk is, wyl bosschen in de dalen vrij veel voorkomen.

De studie van het diluvium der dalinsnijdingen in het groote delta-plateau van Maas en Rijn (het zgn. „*Gehängediluvium*” van Laspeyres) is belangrijk verder gebracht door het mooie werk van LORIÉ: *Le Rhin et le glacier scandinave quaternaire* ¹⁾, wiens resultaten van fundamenteele beteekenis zijn voor de verdere terrassenstudiën der Hollandsche en Duitsche geologen. Dit werk, dat evenals alle andere publicaties van LORIÉ zoo geheel op observatie te velde gebaseerd is, en vrij bleef van den funesten invloed van kartografische studiën, brengt ons voor het eerst de *driedeeling der Rijnterrassen* beneden Bonn, aan welke driedeeling nog thans wordt vastgehouden. Ik zal deze indeeling (in hoog-, middel- en laagterras) als bekend veronderstellen. Ook voor Zuid-Limburg hoop ik aan te toonen, dat de indeeling in haar groote trekken onafwijsbaar is. In 1903 brengt E. KAISER op den *Geographentag in Keulen* ²⁾ een indeeling van het diluvium tusschen Neuwied en Bonn, die met die van LORIÉ overeenstemt. Hij gebruikt de namen *Haupt-, Mittel- en Niederterrasse*, en geeft ook reeds aan, dat naast het eene, vooral benoorden Bonn predomineerende middenterras nog oudere, hooger gelegen middenterassen bestaan, o. a. de Apollinaristerrasse bij Remagen. Waar STEINMANN later dit hoogere middenterras, aan den Rodderberg zichtbaar, in een belang-

¹⁾ J. LORIÉ: *Le Rhin et le glacier scandinave quaternaire*; Bulletin de la Soc. belge de géologie, etc., T. XVI, 1902, mém. p. 129.

²⁾ E. KAISER: *Die Ausbildung des Rheintales zwischen Neuwieder Becken und Bonn—Cölner Bucht*; Verhandl. des XIV Deutschen Geographentages zu Köln, 1903.

rijke publicatie ¹⁾ meende te kunnen paralleliseeren met de Hochtterraas aan den Boven-Rijn, schijnt het mij het beste, den naam *hoogtterraas* van LORIÉ door *hoofdterraas* (de vertaling van het Duitsche *Hauptterraas*) te vervangen. LORIÉ zelf geeft trouwens herhaaldelijk aan, dat deze woorden voor hem identiek zijn. FLIEGEL's voorstel om de woorden Untere, Mittlere en Obere Terrasse te gebruiken, heeft nog geen ingang gevonden.

HET ALLUVIUM EN HET LAAGTERRAS.

De dalen bevatten, zooals alle rivierloopen, een meer of minder breede (50 à 500 M.) strook gronds, die volkomen horizontaal is en slechts met de rivier stroomafwaarts een zwakke helling toont. Zie o. a. de Geul en de Maas in profiel I en II, de Worm in profiel I enz. Bijna altijd zijn het weilanden, wyl plotselinge regens de beken en dús den grondwater-spiegel onder deze gronden sterk doen stijgen en ze bij de Geleen en de Geul zelfs somtijds grootendeels onder water kunnen zetten. Het is het zgn. *alluvium*, op de kaart *gestippeld*. De grens der weilanden is gewoonlijk tevens de geologische grens van het alluvium. Soms is een deel van het alluvium door hellingmateriaal overdekt. Vooral op de vlakke westelijke oevers van Limburgsche beken kan de löss door regenwater naar beneden getransporteerd worden („ruissellement”) en bedekt dan als hellende afzetting een deel van het oorspronkelijk horizontale alluvium. Van DEN BROECK vond analoge gevallen op het Belgische Kaartblad Bilsen ²⁾.

Vele boomgaarden van Zuid-Limburg liggen op deze afzetting, die men de *dalvlakte* zou kunnen noemen. Dan ligt echter het grondwater minstens 1½ M. diep.

Alleen bij het *Maasdal* komt men bij de studie dier dalvlakte in moeilijkheden. Hoewel ook daar de weilanden ongeveer de grens van het gebied aangeven, dat bij de gewone hoge vloed overstroomd wordt, is deze grens niet die van den horizontalen dalbodem. Bijna onmerkbaar (zelden is er een steilrandje) gaat dikwijls het alluvium over in landen die iets hooger liggen en onder het tegenwoordige régime — ook al denkt men alle kaden weg — niet meer kunnen worden geïnundeerd. Wij kunnen niets anders doen dan deze iets hoogere landen met den naam van *laagtterraas* betitelen. Op de kaart is dit *wit* gelaten (*de breede strooken langs Maas en Roer*). Het onmiddellijk tegen den hoofdterraasrand

¹⁾ G. STEINMANN: Über das Diluvium am Rodderberge; Sitzungsberichte der Niederrh. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde zu Bonn, 1906.

²⁾ Een practische toepassing vond deze wetenschap bij de uitbreiding van de prise d'eau der Gemeente Heerlen in het Caumerbeekdal; ik heb aldaar het waterrijke grint dat veelal onder het horizontale alluvium voorkomt, ook in de dalhelling nog kunnen aanboren.

liggende wit correspondeert echter met een *helling* en stelt dan den prediluvialen ondergrond voor. In het veld en zelfs op de kaart laten zich deze twee dingen wel onderscheiden.

De *buitenrand* van laag- en ook van middenterras, (waar deze terrassen overgaan in de hellingen, die ze scheiden van het naasthoogere terras) is dus doorgaans niet aangegeven. De reden hiervan is de groote vaagheid dier grens en de moeilijke carteering in een gebied, waar men niet over kaarten met hoogtelijnen beschikt. Met inbegrip van de kleilaag, die doorgaans het terras bedekt, bestaat de bodem nog over 10 à 12 M. diepte uit fluviatiele afzettingen, die hoofdzakelijk uit grint bestaan. Eerst daaronder volgt tusschen Eysden en Maastricht de secundaire krijtondergrond; benoorden die stad ligt het laagterrasgrint op de zand- en kleilagen van het tertiair (Oligoceen). Dit grint loopt benoorden Maastricht onder den Maasbodem en onder het Alluvium door, dat slechts als een smalle recente kleistrook boven op een laag gedeelte van dat terras te beschouwen is. Bij Maastricht ligt de onderkant van het Laagterras 1 M., bij Leuth 3 M., bij Dilsen 3 M. en bij Rothem tengevolge van breuken, met name de Sandgewand, 30 M. onder den rivierbodem.

Waar wij door de onderzoekingen van de *Duitschers* en van Dr. LORIÉ weten, dat het geheel analoog gelegen terras langs den Rijn nog diluviaal is ¹⁾, moeten wij ook hier wel die opvatting overnemen, hoewel van den steilrand van eenige meters, dien het theoretische schema tusschen de beide afzettingen aanwezig eischt, nergens iets te zien is.

Op de bijgevoegde kaart heb ik het *alluvium* langs de Maas opgevat als het gebied, dat nog door de zeer hoge vlooden van den laatsten tijd (1880 en 1910) — afgezien van dijken — geïnundeerd kon worden en ook meestal door kleilagen wordt bedekt.

Hier kon dus de geoloog gegevens verkrijgen van den *Waterstaat* en de Ingenieur van dien Dienst te Maastricht, de heer E. VAN KONIJNENBURG, was zoo vriendelijk mij deze, naast tal van andere mededeelingen, te verstrekken.

Op tal van punten kon ik gegevens verkrijgen omtrent de dikte en de samenstelling van het grint der dalvlakte. Vgl. de profielen I, II, III en IV.

Nabij Maastricht hadden vele putboringen voor water plaats, ten deele ten behoeve van bierbrouwerijen, papierfabrieken e. d., meer noordelijk zijn op Hollandsch en Belgisch gebied vele steenkoolboringen in het Maasdal aangezet, voor het gebied beneden Roermond levert het werk van den Rijksopsporingsdienst vele gegevens.

¹⁾ Hoewel W. WUNSTORF twijfelen gaat in zijn: *Über Löss und Schotterlehm im Niederrheinischen Tiefland*; Verh. des naturh. Vereins, LXIX, Bonn, 1912, p. 340.

Ik geef hier eenige profielen ter illustratie:

Café de la Station te Eysden.

Mondgathoogte 57.00 M. + A.P.

Van	0.00 M.	tot	1.50 M.	1 50 M.	Klei en zand.
„	1.50 „	„	7.00 „	5.50 „	Zandige klei.
„	7.00 „	„	10.00 „	3.00 „	Grint.
„	10.00 „	„	10.80 „	0.80 „	Grof zand.
„	10.80 „				<i>Mergel</i> (gewoon).

Brouwerij de Zwarte Ruiter, Brusselsche poort bewesten
Maastricht.

Mondgathoogte 70.00 M. + A.P.

Van	0.00 M.	tot	20.00 M.	20.00 M.	Löss (minstens 7 M.), vervolgens grint.
„	20.00 „	„	20.40 „	0.40 „	Grint.
„	20.40 „				<i>Mergel</i> .

Fabriek Vesta bij de Boschpoort benoorden Maastricht.

Mondgathoogte 48.00 M. + A.P.

Van	0.00 M.	tot	8.00 M.	8.00 M.	Zand en klei.
„	8.00 „	„	11.50 „	3.50 „	Grint.
„	11.50 „				<i>Mergel</i> .

Glasfabriek de Sphinx, Maastricht.

Mondgathoogte 48.00 M. + A.P.

Van	0.00 M.	tot	6.00 M.	6.00 M.	Zand en klei.
„	6.00 „	„	11.00 „	5.00 „	Grint.
„	11.00 „	„	11.40 „	0.40 „	Zeer vette klei.
„	11.40 „				<i>Mergel</i> .

Porceleinfabriek van den heer REGOUT, Maastricht.

Mondgathoogte 47.00 M. + A.P.

Van	0.00 M.	tot	6.00 M.	6.00 M.	Zand en klei.
„	6.00 „	„	10.00 „	4.00 „	Grint.
„	10.00 „				<i>Mergel</i> .

Koninklijke Papierfabriek, directeur de Heer VAN AUBEL,
Maastricht.

Mondgathoogte 48.00 M. + A.P.

Van	0.00 M.	tot	2.00 M.	2.00 M.	Aangevulde grond.
,,	2.00	,,	4.00	2.00	Kleiïg zand.
,,	4.00	,,	5.00	1.00	Grof Maasgrint.
,,	5.00	,,			<i>Tufkrijt</i> (senoon).

Zeepfabriek van den Heer JANSSEN, nabij het Militaire
hospitaal, Maastricht.

Van	0.00 M.	tot	8.00 M.	8.00 M.	Klei en zand.
,,	8.00	,,	12.50	4.50	Grint.

Put te Vaeshaltelt \pm 150 M. beoosten de halte.

Mondgathoogte 47.00 M. + A.P.

Van	0.00 M.	tot	\pm 5.00 M.	\pm 5.00 M.	Kleiïg zand.
,,	5.00	,,	\pm 9.00	\pm 4.00	Grint.
,,	\pm 9.00	,,			<i>Krijt</i> .

Een andere put, nabij dezen (Weustenraad).

Zelfde mondgathoogte.

Van	0.00 M.	tot	1.00 M.	1.00 M.	Bouwgrond.
,,	1.00	,,	2.00	1.00	Kleiïge grond.
,,	2.00	,,	5.00	3.00	Grint.
,,	5.00	,,			<i>Hard turf</i> krijt.

Steenkoolboring No. 77, ten Z.W. van Stein aan de Maas.

Mondgathoogte 37.00 M. + A.P.

Van	0.00 M.	tot	2.00 M.	2.00 M.	Gele leem.
,,	2.00	,,	7.00	5.00	Fijn grint.
,,	7.00	,,			Grof geelachtig groen zand (<i>oligoceen</i>).

Steenkoolboring No. 80 bezuiden Obbicht aan de Maas.

Mondgathoogte 37.00 M. + A.P.

Van	0.00 M.	tot	0.05 M.	0.05 M.	Teelaarde.
,,	0.05	,,	4.30	4.25	Grint.
,,	4.30	,,	9.40	5.10	Grof grint.
,,	9.40	,,			Grijs zand (<i>tertiair</i>).

Steenkoolboring No. 83 te Maasband ten N.W. van Elsloo.

Mondgathoogte 41.00 M. + A P.

Van	0.00	M.	tot	2.00	M.	2.00	M.	Leem.
,,	2.00	,,	,,	2.50	,,	0.50	,,	Kleiachtig zand.
,,	2.50	,,	,,	3.50	,,	1.00	,,	Leem.
,,	3.50	,,	,,	4.50	,,	1.00	,,	Blauwachtig klei.
,,	4.50	,,	,,	5.15	,,	0.65	,,	Grint.
,,	5.15	,,	,,	5.50	,,	0.35	,,	?
,,	5.50	,,	,,	9.00	,,	3.50	,,	Grof grint.
,,	9.00	,,						Geel zand (<i>tertiair</i>).

In het Belgische laagterras gaven alle boringen analoge profielen.

In groeven, op het terrein dus, is uit den aard der zaak het laagterras-grint moeilijk te bestudeeren. Het allergrootste deel ligt steeds onder den spiegel van een machtig grondwaterbekken, waaruit o. a. de stad Maastricht haar drinkwater betreft. Bij den buitengewoon lagen Maasstand van einde Juli 1911 was dientengevolge ook de spiegel van het grondwaterbekken sterk gedaald en kon in sommige groeven, waar men anders onder de diluviale klei slechts een dunne laag grint exploiteerde, 3 à 4.00 M. grint worden bloot gelegd. In deze profielen waren talrijke rolstenen van 1 en 2 d M. lengte, terwijl zandlenzen van geringe dikte voorkwamen (10 à 20 c.M.) Het is de ervaring van alle puttenmakers en ook in deze groeven was het te zien, dat de grofheid van het grint naar beneden toeneemt. Het bekende kalkgehalte van het laagterras van den Rijn, waarover later, was in de genoemde groeven (nabij het pompstation der Maastrichtsche waterleiding) goed te constateeren. Soms waren de bestanddeelen van het grint geheel door kalk aan elkander gekit tot een vaste massa, echter niet over groote ruimten.

Een andere verkitting van dit grint, door *limoniet*, werd mij eveneens bekend bij gelegenheid van den lagen Maasstand van Juli 1911. Toen kwamen, zooals de Ingenieurs van den Rijkswaterstaat, de heeren VAN KONIJNENBURG en KEMPEES, mij welwillend toonden, tegenover het dorp St. Pieter deze banken te voorschijn. Zij waren slechts een halven meter dik en ook slechts eenige tientallen vierkante meters groot. Deze limonitische conglomeraten zijn dus zeldzaam in het grint der dalvlakte, want van elders kenden genoemde ingenieurs ze niet. Waar ze in het hoofdterras zoo talrijk voorkomen, is men geneigd om aan te nemen, dat zij zich bij voorkeur boven water vormen.

Een tweede middel om het lage grint te onderzoeken leveren de baggermolens op. Zij ontginnen, hoewel slechts zeer plaatselijk, het grint op den rivierbodem, dat vermoedelijk slechts voor een klein deel alluviaal

zal zijn. Ook kunnen met behulp dezer werktuigen groote grintexploitaties met een profiel van 8 M. (grootendeels onder water) worden aangelegd. Men kan er een voorbeeld van zien bij de Paardsgreend, nabij het dorp Echt.

MIDENTERRASSEN.

Een blik op de kaart en de profielen leert voorts, dat zich soms tusschen de oude delta-afzettingen van het plateau en het complex laagterras-alluvium, dat wij voortaan ook *dalvlakte* zouden kunnen noemen, nog tusschenafzettingen der Maas inschuiven. Het zijn blijkbaar zgn. *midenterrassen*, die van den Rijn zoo goed bekend zijn. Deze vormen steeds het moeilijkste punt bij rivierstudiën, ook in het onderhavige gebied. Ze zijn m.i. het best te definiëren als oude rivierbeddingen, tusschen de plateaudelta en de dalvlakte van alluvium en laagterras gelegen. Steeds vormt, als aan den Rijn, het voornaamste midenterras een zeer diepe depressie in het hoofdterras, en het laagterras slechts een veel kleinere in het midenterras.

Evenals het laagterras bestaat het uit een grintbedding, van 10 à 20 M. dikte, door steilranden zoowel van het oudere plateau, waarin zich de midenterras-rivier \pm 50 M. diep had ingesneden, als van de sindsdien ver onder haar niveau gevormde tegenwoordige laagterras-alluvium-vlakte gescheiden. STARING wijdde nog geen aandacht aan deze jongere terrassen, wel BRIQUET (vgl. blz. 36).

Het *midenterras* is nu in Limburg vooral daarom op sommige punten morfologisch slecht ontwikkeld, wijl grint van het hoofdterras zich langs de helling op den buitenrand van het midenterras heeft gestort en omgekeerd de binnenrand van het terras dikwijls niet scherp, maar geleidelijk in de Maasvlakte overgaat. Bovendien heeft tijdens de zgn. tweede lössafzetting, die het Midenterras bedekte, deze grondsoort, die wij m. i. als een door regenwater afgezet product moeten beschouwen, zich bij voorkeur ook in den inspringenden hoek afgezet, die in het terrein tusschen den rand van het hoofdterras en het midenterras ligt. Dan blijft er slechts weinig over van de horizontale terreinstrook, die er eens, bijv. bij Maas-tricht, aanwezig was. Bovendien is het laagterras dikwijls zoo breed geworden, dat er van den vroegeren midenterras-rivierbodem niet veel overblijven *kon*. Waar dit terras slechts ruim 20 M. boven den tegenwoordigen rivierspiegel ligt (bij Maastricht) en het hoofdterras-plateau daarentegen steeds meer dan 60 M., had de erosie steeds een gemakkelijke taak, waar dit midenterras aanwezig was, en ondervond zij eerst sterkeren weerstand, als het plateau bereikt werd. Het laagterras-tijdvak is er een van belangrijke laterale erosie.

Intusschen is op de breedte van Sittard en op die van Maastricht nog

veel van een vroeger middenterras overgebleven; (zie de profielen I, II en IV); eveneens bezuiden Venlo. In het Belgische Maasdal zijn zij zeer sporadisch.

Deze middenterrassen bestaan overwegend uit grint, zooals de groeven bij *Rothem*, *Heer*, *Smeermaas*, *Elsloo* en *Kerend* bij Stein ons doen zien.

Een laatste moeilijkheid bij de studie der middenterrassen, welke afzettingen niet alleen bij de Maas, maar ook bij de Geleen een rol spelen, is de *quaestieuze ouderdom*. Middenterrassen op verschillende punten aangetroffen, hangen doorgaans onderling niet samen en liggen niet even hoog, of — nauwkeuriger uitgedrukt — *niet even hoog boven het laagterras*, wat men van equivalente terrassen verwachten kan, als de afstand niet te groot is.

Waar ik een middenterras aangeef op den rechter- en den linker Maas-oever nabij *Maastricht*, kan ik er bij voegen, dat deze even hoog liggen en dus tot hetzelfde terras behooren, zooals hieronder nog nader zal blijken (vgl. profiel II).

Ook dat van *Elsloo* is waarschijnlijk hetzelfde.

Van de vroegere poging om de Duitsche middenterrassen langs den Rijn alle tot *één ijstijd* te brengen en tusschen hoofd- en laagterras slechts één middenterras te blijven teekenen in het bekende terrassenschema, heeft de praktijk de onhoudbaarheid doen zien, afgezien van de quaestie van het verband van terrassen en ijstijden. STEINMANN toonde dit aan, toen hij een ouder middenterras vond bij den Rodderberg en dit Hochterrasse noemde in overeenstemming met de bovenrijnsche Hochterrasse; E. KAISER onderscheidde een Apollinaris-terrasse tusschen middenterras en hoofdterras en sindsdien spreekt men doorgaans slechts van „Mittelterrassen”. Wel blijkt een van deze langs den Rijn benoorden Bonn zéér te predomineeren en het is dit terras, dat door LORIÉ, KAISER en FLIEGEL nader onderzocht is.

Het voorkomen van löss op de genoemde middenterrassen rechtvaardigt hunne toewijzing tot deze groep, die reeds door BRIQUET werd uitgesproken.

Geen enkele terrassenstudie wordt overzichtelijk zonder een schema.

Het zij hier onder gegeven.¹⁾ Men dient er locale beteekenis aan te hechten, beteekenis voor het gebied van Eysden tot Sittard.

¹⁾ De gegevens der Belgische Geologische kaart zijn mede benut.

DOORSNEDE DOOR HET MAASDAL BIJ MAASTRICHT, LINKEROEVER.

Vgl. profiel II.

<p><i>Hoofdterras</i> van Gellick (102 M. + A.P.), Waltwilder (+ 109 M.), Veldwezelt, Mopertingen, Kesselt en St. Pieter. Basis 84 à 77 M. + A.P.</p>	<p><i>Middenterras</i> van Caberg. Basis op 2 punten bekend: 43 M. + A.P. in Caberg; resp. 46 M. + A.P. bij Belvédère en + 49 M. bij de Brusselsche poort.</p>	<p><i>Laagterras</i> en daarop rustend alluvium. Basis 37 M. + A.P. (Papierfabriek).</p>
<p><i>Löss</i> doorgaans aanwezig, 6 M. dik bewesten Veldwezelt; 7.2 M. ten Z.O. van Kompveld; 9 M. bij Mopertingen; 7 M. tusschen Kompveld en Mopertingen; 11.3 M. ten Z.-W. van Kesselt; ontbrekend benoorden de lijn Bilsen—Lanaeken.</p>	<p><i>Löss</i> steeds aanwezig, 10 M. dik bij Caberg; ± 8 M. bij Smeermaas; 9 M. bij Vuil-Wammes aan de grens; verdwenen bij Lanaeken (Tourne bride) en in 't algemeen benoorden de Molenbeek bij Lanaeken. Bovenkant + 60 à + 70 M.</p>	<p><i>Löss</i> afwezig. In de plaats treedt meestal een alluviale kleilaag.</p>
<p><i>Grint</i> overal aanwezig, meer dan 4.7 M. dik bij Mopertingen; 5.9 M. ten Z.W. van Kesselt; minstens 5 M. ten N.W. van Kesselt; 10 M. in Vroenhoven minstens 8 M. bij St. Pieter; ± op het Kempenplateau.</p>	<p><i>Grint</i> o.a. bekend uit een put te Caberg, 12 M. dik volgens opgave, onderkant op 43 M. + A.P. Aan de grens bij Vuil-Wammes is het in een put minstens 2.5 M. dik, maar niet doorgraven. Bij Smeermaas 10 M. volgens STARING, bij Belvédère 10 M.</p>	<p><i>Grint</i> overal aanwezig. De stad Maastricht is er op gebouwd, zoover zij beoosten het Vrijthof ligt (5 M. bij 't Bassin); bewesten het Vrijthof ligt zij op de zwakke glooïng, die naar het middenterras van Caberg voert. De Brusselsche straat klimt op van het laagterras naar het middenterras.</p>
<p><i>Ondergrond</i> der delta van het hoofdterras: tertiair; onder Vroenhoven en verder zuidelijk krijt. In de steilranden, die af dalen van het hoofdterras komt het tertiair (<i>tongrien</i>) bewesten Canne aan den dag; het krijt eveneens bij Canne en St. Pieter. De normale bovenkant van het krijt (abrasievlak van de mariene oligoceene transgressie) ligt bij 88.2 M. op den viersprong aan de grens ten Z.O. van Vroenhoven.</p>	<p><i>Ondergrond</i>: krijt tot aan de steenfabriek Belvédère, van daar af in het N. bij Smeermaas en Lanaeken tertiair. De bovenkant van dit krijt is niet de normale, want de middenterrassrivier heeft zich eerst in het tertiair en daarna in het krijt ingesnedden. Deze bovenkant ligt bij Caberg iets lager (+ 43 M.) dan de oppervlakte van het laagterras beoosten het Vrijthof (± 48 M.), bij Belvédère is de krijtbovenkant tevens tertiair basis (+ 46). De wegen naar Veltwezelt en Caberg loopen van af de Brusselsche poort over dit terras.</p>	<p><i>Ondergrond</i> krijt, o.a. bekend in den put van de Kon. Ned. Papierfabriek bij 37 M. + A.P. en in andere putten, bij de Lieve Vrouwenkerk, enz.</p>

¹⁾ BRIQUET herkende dit terras het eerst als een middenterras.

DOORSNEDE DOOR HET MAASDAL BIJ MAASTRICHT, RECHTEROEVER.

Vgl. profiel II.

Maas-spiegel 42.4 M. + A.P.	Alluvium ± 44 M. + A.P.	Laagterras Basis ± 37 M. + A.P.	Middenteras van Rothem en Heer. Basis 52.5 M. + A.P. bij Rothem.	Hoofdterras van Berg, Cadier, etc. Basis 95 à 110 M. + A.P. en hooger.
Middelbare rivierstand 42.37 M. + A.P. bij de brug te Maas- tricht.	Alleen be- noorden en bezuïden Wijk aan- wezig, alsook beoosten deze plaats langs den ouden Maas- arm, het Lange Water.	<i>Löss</i> : ontbrekend, als op den linkeroever. In eenige steenbakkerijen is een kleilaag te zien, die het grint overdekt en 1 M. à 2 M. dik is. Bezuïden Wijk bereikt zij hier en daar 4 M. dikte als maximum.	<i>Löss</i> : steeds aanwezig, 8 M. dik bij Keer aan den weg Keer—Gronsveld (zie profiel I) even benoorden den molen, bezuïden Heer.	<i>Löss</i> : meestal aanwezig, 5 à 8 M. dik.
Laag water: L. R. 42.16 M. + A.P.	<i>Grint</i> , overal aanwezig en zeer waterrijk. Hier en daar door kalk ge- cementeerd en ook kalk- rolsteenen bevattend, voornamelijk in de diep- ste lagen.	<i>Grint</i> : o.a. mooi zichtbaar over 10 M. dikte, in groeven bezuïden Rothem langs den weg naar Amby (bovenkant + 62.50 M. en hooger). In een der groeven (ten N.O. van den handwijzer [H.W.] bij punt 57) was de onderkant van het grint aan te boren, en bleek + 52½ M. te zijn.	<i>Grint</i> : o.a. mooi zichtbaar over 10 M. dikte, in groeven bezuïden Rothem langs den weg naar Amby (bovenkant + 62.50 M. en hooger). In een der groeven (ten N.O. van den handwijzer [H.W.] bij punt 57) was de onderkant van het grint aan te boren, en bleek + 52½ M. te zijn.	<i>Grint</i> : overal aanwezig. 4 M. dik bij Groot- Welsden, onderkant ± 142; 14.16 M. bij Vilt (basis + 123.25), minstens 10 M. bezuïden Berg (basis + 117).
Diepte onder middelb. Riv. st. ± 4 M. Bodem der Vaargeul op ± 38 M.	<i>Ondergrond</i> : krijt, o.m. in een boring, nabij het land- goed Caniel, en in eene bij de papierfabriek te Weert, benoorden Wijk. De steilrand die opklimt naar het midden- terras, is mooi te zien in den weg Maastricht-Rothem, even voor het binnenkomen van dit dorp, en in den weg Maas- tricht-Aken, waar deze begint voorbij den Viersprong te Keer.	<i>Ondergrond</i> : krijt. De bo- venkant ligt iets hooger (+ 52.5) dan het laagterras bij Wijk (+ 48 à 50) en zal vermoedelijk in 't algemeen lager liggen, gelet op het feit, dat hij in Caberg bij + 43 en bij Belvedere op + 46 ligt, op den overlig- genden oever.	<i>Ondergrond</i> : krijt. De bo- venkant ligt iets hooger (+ 52.5) dan het laagterras bij Wijk (+ 48 à 50) en zal vermoedelijk in 't algemeen lager liggen, gelet op het feit, dat hij in Caberg bij + 43 en bij Belvedere op + 46 ligt, op den overlig- genden oever.	<i>Ondergrond</i> : Tertiair (onderliggende Lethensch zand.) Het komt aan den dag, als een geelwit vormzand, in den steilrand, die afdaalt naar het middenteras in den weg Berg—Scharn—Maastricht; eveneens bezuïden Berg is het dal van Terblijt, in de Dellen en bij het Rooth, etc. De normale krijtbovenkant ligt op 118½ M. + A.P. in den put te Vilt, op 110 M. aan de Holstraat bewesten Cadier, waar nog 2 M. tertiair ligt, op 112 M. bij het Rooth, waar nog 1 à 4 M. tertiair ligt, op 114 M. bezuïden Berg, waar 3 M. tertiair ligt. De wegen Berg—Vilt—Sibbe—IJzeren—Schuller— Ingber en Cadier—Keer—Margraten—de Hut loopen over dit terras. De ongelijke hoogtelegging van het grint, die zeer opvallend is, kan voortvloeien uit storingen (benoorden Ingber en beoosten Cadier) en uit oplossing van het krijt onder het grint. Ook valt de hoogere ligging ten opzichte van den Westoever op.

NADERE BESCHRIJVING DER MIDENTERRASSEN.

Het *terras van Caberg* eindigt tegen het Jekerdal; tot bij Herstal is het mogelijk aanwezig geweest, maar geheel weggenomen door de Maas - erosie van den laagterras - tijd.

Noordwaarts is het verder te vervolgen, zooals reeds BRIQUET aangaf. Zijn rand met het laagterras verloopt vrij steil vanaf het oude fort Koning Willem langs *Smeermaas*, waar het kanaal Maastricht — den Bosch er even doorheen moest worden gegraven, omdat er tusschen den steilrand en de Maas geen plaats meer was. Hier is de bekende vindplaats van *zoogdierresten* aan de basis van den löss, die toen blootgelegd werd (Vgl. Staring, blz. 111, deel II en verder RUTTEN: Die diluvialen Säugetiere der Niederlande, 1909). Verder loopt de rand langs kasteel Hocht, Neerharen en vervlakt zich verder noordwaarts, waar hij bewesten Bovenwezeth niet meer terug te vinden is.

In het middenterras van Caberg en Lanaeken zijn vele groeven, in welke het grint te zien is. In de eerste plaats in den steilrand, die van het oude Fort Koning Willem bewesten Maastricht noordwaarts loopt, bijv. ter plaatse, waar een landweg, van Caberg naar het Z.O. gaande, den steilrand afdaalt; men ziet daar het contact van löss en grint. Hier was het ook, dat een Mammouthstand gevonden werd, thans is mijn bezit (aldus gedetermineerd door Prof. K. MARTIN te Leiden) waarbij evenwel niet meer uit te maken was of deze in middenterrasgrint, dan wel in hellinggrint gelegen had. Tweedens ligt een groeve bij de steenfabriek Belvédère, even voor de spoorweg naar Brussel het terras bestijgt; daar is in een zeer groote groeve 9 M. löss en 9 M. grint zichtbaar, waarin zeer groote blokken voorkomen. Hier zijn ook vele fossielen gevonden in het grint; o.m. een hertsgewei, een kaak enz., welke door den directeur der steenfabriek worden bewaard, maar nog niet nader onderzocht zijn.

Even bezuiden Smeermaas snijdt zich de Zuid-Willemsvaart in het middenterras in, juist daar zijn, als gezegd, destijds de bekende beenderen gevonden en door Crahay beschreven.

Op de tong, die beoosten het kanaal overbleef, wordt thans de löss afgegraven. Beenderen werden nog niet gevonden, hoewel de kans hier zeer groot is.

Even benoorden Smeermaas snijdt zich het kanaal weder in het terras in en hier is het punt, waar het het mooist te zien is omdat het terras doorloopt tot aan de Maas zelf en een ruim 20 M. hoogen steilrand vormt, aan welks voet talloze keien liggen, die bij lagen rivierstand goed te zien zijn. Als gezegd ligt deze rand even benoorden Smeermaas en Borgharen, tegenover het punt, waar de nieuwe Canjel zich in de Maas stort. Tegen het middenterras aan ligt hier alluvium, evenals te

Elsloo. De steilrand laat zich, als gezegd, noordwaarts vervolgen voorbij het kasteel Hocht tot Neerharen, maar wordt daarna onduidelijker. Belangrijke groeven ontbreken.

In een droogdal, hetwelk zich in het terras insnijdt, liggen eenige oude groeven, die thans niet meer ontgonnen worden, maar van belang zijn omdat hier vroeger A. ERENS zijn Rijngesteenten vond (vgl. blz. 84). De groeven liggen onmiddellijk benoorden het spoorwegviaduct aan den weg Caberg—Smeermaas.

Meer in het hart van het terras zelf bevinden zich nog groeven aan den weg Lanaeken—Sutendael, bij een vier-sprong ten N.W. van het kasteel Petersheim even beoosten een molenvijver in de Malebeek. *Deze groeven zijn merkwaardig, wijl hier de löss voor het eerst ontbreekt.* Bij de groeve aan den weg Lanaeken—Sutendael, niet ver van Lanaeken, zou dit nog te verklaren zijn door de ligging op een vlakken rug in het terrein, dat hier 69.00 M. + O.P. ligt; de andere ligt lager (55.00 M. + O.P.) en daar kan dus afspoeling niet de oorzaak zijn van het verdwijnen van het lössdek.

En evenmin is löss aanwezig in een droogdal, dat ten N.W. der groeve bij Lanaeken volgt en waar de weg naar Sutendael op 65.00 M. + O.P. ligt. Zelfs ligt er grof grint aan de oppervlakte. Hier is de Kempensche heide tevens definitief begonnen, want als wij even verder het plateau van de Kempen bestijgen, in de richting Sutendael, zien we ook op dat hoogere terras deze formatie niet terug. De opvallende vlakheid van het hoofdterras-plateau is er tevens een gevolg van. Zij is langs dezen weg naar Sutendael zeer opvallend.

Het midden-terras van *Gronsveld*, *Rothem* en *Heer*, reeds in het profiel van den rechteroever beschreven, heeft geringere uitgestrektheid. Benoorden de Geul is het, ten Noorden van Meerssen, slechts over een klein oppervlak aanwezig; bezuiden de Geul ligt het dorp Rothem erop; tusschen dat dorp en Heer heeft overdekking met hellingmateriaal van het Bergsche hoofdterras en erosie van de Maas uit het laagterras-tijdvak het bijna weggenomen; bij Heer is het weer duidelijk aanwezig, wijl blijkbaar nog slechts kort geleden een Maasarm door het Lange Water stroomde en het middenterras heeft aangesneden, waardoor een duidelijke steilrand ontstond. De weg Heer—Gronsveld loopt over dit terras; deze weg begint echter bij den molen reeds te dalen naar het laagterras, dat bij Gronsveld bereikt is. Beoosten Gronsveld ligt echter nog een gedeelte van het terras. De spoorlijn Visé—Maastricht snijdt zich benoorden Gronsveld in dit terras in. Bezuiden Gronsveld zijn slechts onherkenbare resten van middenterassen aanwezig, behalve aan den binnenweg van Breust bij Eysden naar Mesch, \pm 500 M. ten Z.O. van paal 11.

Gezien vanaf het laagterras, heeft men aan den ouden Maastrichter weg, die van wachthuis 33 aan de lijn Maastricht - Eijsden (beoosten Heugem) naar Maastricht gaat een zeer mooien blik op het terras van Rothem en Heer.

Vanuit een punt \pm 300 M. ten N.W. van dat wachthuis ziet men het middenteras achter zich, welks vlakke bovenkant aangeduid wordt door de boomenreeks aan den weg Heer—Gronsveld; het toeval wil, dat we in de verte ook nog het hoofdterras zien liggen, nl. achter den rand van Cadier tot Ekkelrade.

Bij het wachthuis 33, waar de spoorlijn zich ook even in het terras insnijdt, ligt nog een verlaten grintgroeve. Overigens is de löss beoosten dit wachthuis zeer dik aanwezig in den hollen weg, die het terras bestijgt. Men komt bij een molen, en bij K.M.-paal 5 benoorden dezen molen overziet men zeer goed het middenteras met het hoofdterras ten Oosten en de dalvlakte met haar populieren in het Westen.

De rand gaat Noordwaarts langs Heer en blijft duidelijk te bemerken tot bij Scharn.

Het middenteras van Rothem is vooral goed zichtbaar op een punt aan een zijweg van den grooten weg Meerssen—Maastricht, die afslaet even bezuiden de tweede brug, die men bezuiden de spoorlijn passeert.

Men ziet daar links van het middenteras het terrein opstijgen naar de hoofdterrastong van de Dellen ten N.W. van Berg, terwijl men zelve zich ongeveer in het niveau van het laagterras van de Maas bevindt, op het Geulalluvium. Het zgn. Geulke stroomt langs den voet van het middenteras. De weg Rothem—Amby bestijgt het terras en waar hij niet meer klimt, bevindt zich een groot complex van groeven, dat grint met vrij veel, tot een meter dikke, zandlenzen vertoont. Bij en ten Z.O. van den handwijzer liggen andere complexen en daar vond ik blokken van $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ M. van den cambrischen Révinien-kwartsiet. Het groeven-complex bij den handwijzer en speciaal de oostelijke groeve betitelt ERENS in de vroeger geciteerde verhandeling met den naam „groeven van Amby”; de noordelijker gelegen drie groeven zijn bij hem die van Rothem. Zoowel te Amby als te Rothem zou hij zeer veel Bretonsche gesteenten gevonden hebben (vgl. hoofdstuk VII).

Benoorden de Geul zet zich dit terras voort (Meerssen); even bezuiden den spoorwegovergang ten N.O. van Weert ziet men het zeer duidelijk; de weg gaande van den handwijzer bij paal 7 aan den weg Maastricht—Sittard naar Meerssen gaat er met een kleine stijging overheen. Hier ligt een boring. Bij de siroopfabriek is het terrein weer in uitbreiding verminderd ten koste van het alluvium van de Geul; de weg Meerssen—Vliek snijdt zich echter nog in dit terras in even benoorden Meerssen, waar bij het Kruis in een landweg links meerdere groeven met 4 à 5 M. hooge profielen van grof grint te zien zijn. Dit is de eenige goede ont-

sluiting benoorden de Geul. Voor het overige komt het terras alleen in den vorm van het landschap uit en zou op een kaart met hoogtelijnen zeer goed te voorschijn komen.

Op Belgisch gebied ligt bij *Herstal* ¹⁾ een goed gekarakteriseerd midden-terras van de Maas, dat reeds in de hoogtelijnen der Belgische kaart te bespeuren is. ²⁾ Zooals het middenteras van Caberg op krijt ligt in de Belvédère-groeven, zoo rust hier het grint op carboonlei, die bezuiden de brug in den weg Herstal—Wandre bewesten het kanaal te zien is. Vgl. hoofdstuk IV voor de verdere beschrijving van Belgische terrassen.

MIDENTERRASSEN BENOORDEN MAASTRICHT: LINKEROEVER.

De *midenterrassen stroomafwaarts* vervolgende valt op te merken, dat op den *linker Maasoever* geen marquante midenterrassen benoorden Neerharen voorkomen; een klein geïsoleerd grintmassief nabij Belgisch Eysden, reeds op STARING's kaart als Maasdilivium (M) aangegeven, is alles wat hiertoe kan worden gerekend.

Waar de hoofdterrasrand en tevens het kanaal Maastricht—den Bosch zich naar het Noord-Westen ombuigen, verschijnt een groote vlakte, die zich slechts weinig boven het niveau van het laagterras verheft en er schijnbaar toe behoort. Dit is ook zeer wel mogelijk, als wij het in dien zin verstaan, dat het hoofdterras met eventueele midenterrassen langs de lijn *Neeroeteren—Opitter—Bree* omlaag gezakt is in diluvialen tijd en sindsdien door een dunne laag jongere vormingen (laagterrasgrint en zand) overdekt is geworden of slechts, wat onwaarschijnlijker is, door erosie tot op het niveau van het laagterras is gebracht. In dat geval zou dat hier geen eigen grintatzepping bezitten, maar slechts een *erosieteras* zijn. Het is zonder grintmonsters, die in dit lage gebied niet in groeven, maar bijna alleen uit boringen te verkrijgen zijn, niet gemakkelijk deze quaesties op te lossen. De steenkoolboringen bewijzen in elk geval, dat even benoorden de dorpen Urmond, Stockheim en Dilsen een der reusachtigste verschuivingen doorstrijkt, die in de primairen en secundairen ondergrond van Limburg bekend werden ³⁾. Waar wij nu juist langs deze ondergrondsche breuklijn, die den carboonhorst van Dilsen van de groote slenk tusschen Sittard en Roermond scheidt, een steilrand in de oppervlakte vinden, althans op den linker Maasoever, doet

¹⁾ M. LOHEST en H. FORIR: *Compte Rendu de l'excursion du 3—6 Sept. 1906*; *Annales de la Soc. géologique*, t. XXX, 1906.

²⁾ Dit geldt ook voor midenterrassen van de Maas tusschen Luik en Namen; ik zag zulke bij Neuville-Sous-Huy, bij Hermalle tusschen de Maas en de ruisseau d'Oxhe, voorts bij Beez beoosten Namen.

³⁾ Ik beschouw haar als een iets versprongen voortzetting der Duitsche Sandgewand.

ons dit onmiddelijk denken aan een genetisch verband, zooals boven aangegeven is. Het is dus mogelijk, en misschien petrografisch uit te maken, dat in den ondergrond der slenk een Maas- middenteras, respectievelijk hoofdterras aanwezig is. Wij komen hierop nog terug in hoofdstuk V.

RECHTEROEVER.

Den *rechter Maasoever benoorden de Geul* vervolgend bij onze studie der middenterassen, treffen wij een zeer steilen rand aan, die van hoofdterras tot laagterras afdaalt tusschen Bunde en Elsloo, met name bij Geulle. Daaraan ontleent deze streek haar natuurschoon. De begroeide steilrand, die benoorden Bunde een hoogte van $105 - 48 \text{ M.} = \pm 57 \text{ M.}$ heeft, is met dien bij St. Pieter en dien bij Beek en Ubbergen de eenige van die hoogte in ons land.

Het hoofdterras, waarover de groote weg Maastricht—Sittard van Kasen tot den ouden Tol bij Geverik verloopt, ligt hier bij 140 M. à 100 M. \pm A.P. (Vgl. profiel III en VI).

Beoosten Geverik zet zich het plateau met gelijke hoogte voort over Klein-Genhout (116.00 M. \pm A.P.), Groot-Genhout (121.00 M. \pm A.P.) en Webrig (115.00 M. \pm A.P.); benoorden deze lijn loopt echter een opvallende bijna 40 M. hooge *steilrand* en ten Noorden daarvan ligt slechts een veel lager plateau, waarop de dorpen Beek, Elsloo, Geleen, Urmond enz. gebouwd zijn. Benoorden dezen steilrand ligt, beoosten *Catsop*, tusschen Catsop en Beek, een *geïsoleerde heuvel*, die 103.50 M. hoog is (zie profiel VI).

Rondom den heuvel loopt een dal, dat oogenschijnlijk van een ouden meander van de Maas uit den Middenterastijd of een iets ouder tijdvak afkomstig is. De heuvel is een *erosie-rest van het hoofdterras* en draagt nog 3 M. löss en 6 M. grint (basis 94.00 M. \pm A.P.). Iets dergelijks komt in het Rijndal voor beoosten Mörs, waar de *Rayerberg*, etc. dergelijke eilanden vormen, die daar door het laagterras omringd worden. Ook de *Hees* bezuiden *Goch*, even bewesten onze grens, ten N.O. van Well, is een dergelijk erosie-eiland. Veel grooter is de *Bönnighardt* bezuiden Xanten.

De *heuvel van Catsop* is door mij nog nader onderzocht. Op den top tigt 3 M. löss. Op de Noordzijde en Oostzijde ligt ook minstens 3 M. löss op de helling, o. a. bij een steenfabriek op den N.O.-kant zichtbaar. Aan de zuidpunt van het eikenbosch op de westhelling ligt een oude grintgroeve, waar de basis van dat grint als 94.50 M. \pm A.P. bepaald kon worden. Het is $\pm 6 \text{ M.}$ dik.

De onderkant van het groote hoofdterrasmassief in het Zuiden is door mij in situ gezien in een groeve op den Molenberg, $\frac{1}{2}$ K.M. bezuiden

den toren van Beek. Daar ligt deze op 92.50 M. + A.P., dus analoog. De ringvormige laagte, die er in het Zuiden omheen loopt, heeft niet meer het verval van den ouden Maastak. In het Z.W. is de diepte bijna 30 M. (76.00 M. + A.P.) en ligt grint op den dalbodem. Het grint op den top van den „heuvel” (ook in den volksmond zoo genoemd) bevatten blokken van $70 \times 80 \times 30$ cm.

De *Heksenberg* tusschen Urmond en Sittard (vgl. profiel IV) die slechts 70 M. hoog is en waar de grintbasis op + 59.50 M. ligt blijktens steenkoolboring No. 73, die er naast ligt, kan moeilijk als een zoodanig eiland worden opgevat, wijl op gelijke breedte nabij Sittard de basis van het hoofdterras toch altijd nog boven 78.00 M. + A.P. ligt (op 82.00 M. + A.P. en hooger ligt daar de bovenkant van het grint). *Wel ligt hier juist ter plaatse van den Heksenberg een horst in den carbonischen ondergrond*, nml. de horst van Dilsen, ook aan de Belgen bekend, maar het is zeer onwaarschijnlijk, dat deze verheffing in het normale middenterras van Elsloo een schol van datzelfde terras is, die hooger ligt tengevolge van zeer recente zakkingen langs de grensbreuken van den carboonhorst. Veeleer is mogelijk, dat dit terras al oorspronkelijk dezelfde positie innam ten opzichte van het hoofdterras en het middenterras als bijv. de Hochterrasse, door STEINMAN aan den Rodderberg gevonden, die ook bij Keulen in geïsoleerde overblijfsels voorkomt en niet ver boven het niveau van het eenige predomineerende middenterras aldaar ligt. Ook nabij Rothem en Heer liggen mogelijk zeer kleine resten van zoo'n hooger middenterras. Daarvoor pleit, dat vrijwel rondom den Heksenberg de grintonderkant op ± 37.00 M. + A.P. ligt en alleen onder dezen top zelf tot 59.50 M. + A.P. stijgt. Als het een tektonisch verschijnsel zoude zijn, moesten wij een eilandvormigen kleinen horst aannemen, door 4 storingen begrensd, waarvoor in den ondergrond echter geenerlei aanwijzingen bestaan.

Storingen die het middenterras verzetten, zijn overigens wel eens bemerkbaar. Bij *Stommeln* zijn bijv. volgens FLIEGEL (zie in de bovengeciteerde Festschrift, blz. 342) aanwijzingen aanwezig, dat het middenterras beoosten de Ville, dat daar zeer mooi ontwikkeld is, door storingen nog wordt beïnvloed.

Zelfs de bovenkant van het terrasfragment van den Heksenberg (± 59.50 M. + A.P.) ligt nog veel lager dan de basis van het hoofdterrasgrint bij Geulle, even bezuiden dit punt (± 90.00 M. + A.P. of hooger, 102.00 M. + A.P. bij Kelmont, 92.50 M. + A.P. bezuiden Beek, 97.00 M. + A.P. bij den viersprong ten Z.O. van Moortveld). Aan een tusschengelegen diluviale storing valt hier niet te denken. Aan den overkant ligt het Kempensche hoofdterrasplateau achter Mechelen op 90.00 M. + A.P., waaronder 17 M. grint volgt in de steenkoolboring der Mechelensche heide. Een equivalent van het middenterras van Elsloo is daar geheel afwezig.

Dit *terras van Elsloo* is met een meestal meer dan 10 M. dikke lösslaag bedekt; uit tal van boringen ken ik er tevens het niveau van den onderkant van het grint en deze ligt bijv. bij Welschenheuvel op 40 M. + A.P. (4 à 5.50 M. löss en 14.90 à 19.00 M. grint in eenige boringen bezuiden den Welschenheuvel) respectievelijk op 50.30 M. + A.P. bij Roodhuis benoorden Elsloo (steenkoolboring No. 71), op 48.90 M. + A.P. bij Krawinkel (No. 74), op 41.50 M. + A.P. bij Lutterade (No. 72), op 35.65 M. + A.P. tusschen de spoorlijnen ten Zuid-Westen van Sittard, op 34.00 M. + A.P. (in No. 81, 1½ K.M. benoorden den Heksenberg), en op 33.50 M. + A.P. bij Urmond (No. 78 der steenkoolboringen). De grintbovenkant is veel vlakker als de lössbovenkant in dit gebied; de löss stoort dus het terrassenbeeld.

In den, vanwege zijn (thans grootendeels overstort) tertiairprofiel bekende steilrand van Elsloo ligt dit grint zichtbaar en heeft een *dikte* van 13 M. ¹⁾) (onderkant 45.50 M. + A.P., bovenkant 58.50 M. + A.P.;) deze stijgt tot 65.00 M. + A.P. bij Krawinkel (No. 74) en tot 66 M. + A.P. bij Roodhuis (No. 76)). Hoewel dus dit terras in het terrein hooger lijkt (74.40 M. + A.P. ten Z.W. van Krawinkel, 50.70 M. + A.P. bij Urmond) dan dat van Rothem, Heer en Caberg (resp. 62.50 à 65.00 M. + A.P. bij Rothem, 58.00 M. + A.P. even beoosten Heer en 60 à 70 M. + A.P. bewesten Maastricht), ligt de *onderkant van het grint* (45.50 à 40.00 M. + A.P.) hier ongeveer gelijk met dien te *Belvédère* (46.00 M. + A.P.) en te *Rothem* en *Heer* (52.50 M. resp. 42.00 M. of minder + A.P.). Ik ben dus sterk geneigd het als hetzelfde middenterras te beschouwen. Wij kunnen het *het middenterras van Elsloo* noemen.

In 't algemeen blijkt dus, resumeerende, dat bij de Maas langs beide oevers van Gronsveld en Heer bij Maastricht tot benoorden Sittard duidelijke middenterrassen voorkomen, en overigens ontbreken. In het Maasdal van Visé tot Namen en hooger op zijn zij, als gezegd, zeldzaam en slechts in kleine resten bewaard gebleven.

Het terras bezuiden Venlo, op den rechteroever in een smalle zuidwaarts zich verbreedende strook tusschen Venlo en Sittard het hoofdterras begeleidend en reeds door BRIQUET aangegeven, heeft een gemiddelde hoogte van 30.00 M. + A.P. (+ 32.00 M. bij Susteren à + 25.00 M. bij Venlo, dalende van zuid naar noord.

Het lössdek ontbreekt en waar het grint rijk aan zand was, zijn groote duinen opgestoven, o.a. bij Montfoort, Melick-Herkenbosch, Reuver Belfeld, Tegelen en Steyl. De lijn Venlo—Sittard loopt geheel over dit terras behalve bij de kruising met het Roerdal. De bovenkant (32 M. à 25 M. + A.P.)

¹⁾ C. UBAGHS geeft foutief 18 à 20 M. grint als zichtbaar op in zijn: Description géologique et paléontologique du sol du Limbourg, Roermond, 1879, blz. 54.

ligt slechts eenige meters boven Middelbare Rivierstand; bij Maastricht is dit 15 à 25 M. Het kalkgehalte is bij de geringe dikte door uitlooping verdwenen. Dit terras toont vele oude meanders, o.a. zeer duidelijk bij Maasniel, waar ze zoo frisch er uit zien, dat men aan een terras, dat ouder dan het laagterras zoude zijn, op dien grond m.i. niet mag denken. Het hoogwater reikt tot op enkele meters beneden den terrasrand.

De Rijn daarentegen toont reeds bij zijn loop door het Schiefergebirge van Bingen tot Bonn duidelijke middenterrassen op tal van punten en en benoorden Bonn zetten zij zich blijkens de studies van Lorié en Fliegel voort tot Geldern.

Met name bewesten den Rijn nemen zij een oppervlakte in, met welke die aan de Maas niet vergelijkbaar is, welke laatste meer overeenkomt met de bescheiden ontwikkeling langs den linkeroever van Bonn tot Dusseldorf.

Splitsingen van den middenterras-Maasloop zijn slechts bekend bij het eiland van Catsop; de hoofdterras-eilanden, van Crefeld tot Nijmegen loopende, hebben bij den Rijn veel belangrijker „*Stromgabelungen*” in het leven geroepen en vermoedelijk vormden zij in den middenterrastijd nog een enkel groot eiland, van Crefeld tot Nijmegen of nog verder reikend. Thans wordt het door enkele smalle laagterrasstrooken in meerdere stukken verdeeld.

HOOFDSTUK IV.

AANGRENZENDE MAASTERRASSEN BOVEN ZUID-LIMBURG EN VERGELIJKING MET DE TERRASSEN IN ZUID-LIMBURG.

In het vorenstaande is een kort beeld gegeven van de geologische opvatting, die men moet verbinden aan het relief van het landschap, dat het Maasdal in Zuid-Limburg begeleidt. Ook is daarbij dat gedeelte van den Belgischen oever, dat tegenover den Hollandschen ligt, reeds gedeeltelijk besproken. Thans zullen wij het riviervak van Eysden tot Luik kort bespreken.

Boven Visé (Vgl. Profiel IX) biedt het vervolgen van het hoofdterras geen groote moeilijkheden, wijl in het terrein blijkt het Campiniengrint der Belgische geologische kaarten (q 2 m) steeds tot het hoofdterras moet worden gebracht, tenzij er als uitzondering een klein middenterras aanwezig is, zooals bij Herstal. Op de hellingen afgerold grint is daar ook terecht onderscheiden van grint, dat met horizontale gelaagdheid op een horizontale onderlaag ligt, terrasgrint dus, en wordt in het algemeen niet aangegeven.

De Belgen duiden dat jongere grint, dat inderdaad petrographisch doorgaans niet verschilt van het hoofdterras, ook met het symbool q 2 m aan.

Het grint van het laagterras, dat dikwijls geheel door de alluviale vlakte wordt gemaskeerd, draagt den naam Cailloutis hesbayen (q 3 o): cailloux, gravier, sable et tourbes du fond des vallées principales; de alluviale afzettingen (alluvions modernes des vallées) krijgen een afzonderlijke groene kleur en tevens de letters alm (alm bereikt 4 M. in het Noorden van Luik).

Het Campinien-grint wordt echter door een afzonderlijke kleur aangegeven; in 't algemeen hebben de Belgen bij hunne carteering op de schaal 1:40000 geheel afgezien van het in beeld brengen van terrasrelief in het landschap en geven zij een afgedekte kaart. De bijgaande overzichtskaart is een poging om in die leemte te voorzien. Bij de samenstelling dier kaart was echter de Belgische geologische kaart 1:40000 het uitgangspunt, wijl zij alle punten aanwijst, waar door boringen of in groeven en

putten Campiniengrint bekend is. Ook is reeds door LOHEST en FORIR een voorlooper mijner kaart gegeven.¹⁾

Op de Belgische bladen nabij Maastricht, die door M. MOURLON en E. VAN DEN BROECK gecarteerd zijn, is mij de verwarring in de grint-notaties opgevallen, die op de bladen tusschen Luik en Visé nog overzichtelijk zijn.

Het Midenterras van Caberg moest, volgens het boven aangegevene, evenals bij Herstal de notatie q 2 m verkrijgen; het is hier echter bij Lanaeken met q 1 m (Moséen) aangeduid. Op tal van punten is het hoofdterrasgrint niet met q 2 m (als op blad Tongeren—Herderen, blad Alleur—Luik, etc., maar met q 1 m (blad Bilsen—Veldwezelt) of q 2 m (Kempen) aangegeven. Op de onmiddellijk aan elkaar grenzende hoofdterrasgebieden van Sutendael en Lanaeken (Gellick), gelegen op de Belgische kaartbladen Gestel—Opoeteren en Bilsen—Veldwezelt, gecarteerd door M. MOURLON, resp. door E. VAN DEN BROECK, M. MOURLON en F. HALET, is het plateau-grint door den eersten als q 2 m, door MOURLON en HALET als q 1 m aangeduid.

Zonder twijfel zal bij de beraamde nieuwe editie der Kempensche bladen in deze gebreken worden voorzien. Zij zijn bij deze Brusselsche geologen ontstaan door de neiging tot navolgen van de classificaties van RUTOT, welke bij het carteeren der Zuidelijke bladen nog niet volledig waren gepubliceerd. Zodoende kwam men er toe aan het midenterras-grint een nog hooger en ouderdom (q 1, moséen) toe te kennen als aan het hoofdterras van het plateau (q 2, Campinien), wat inderdaad niet zeer voor de hand ligt!

Wij hebben intusschen gezien, hoe de terrassen van Belgisch Limburg analoog zijn aan die in Nederlandsch Zuid-Limburg. Wel is gebleken, dat in het Nederlandsch gebied een vollediger serie dezer fluviatiele afzettingen bewaard is gebleven en wij hebben Zuid-Limburg leeren kennen als *de landstreek, waar de Maasterrassen het mooist ontwikkeld en het best te bestudeeren zijn.*

Een tweedeeling van het hoofdterras is in België niet goed te constateeren en we kunnen met zekerheid slechts drie terrassen onderscheiden, als boven vermeld.

Wel is ook een analogon van het zeer hooggelegen kwartsgrint van Huls en Ubaghsberg aanwezig in den vorm van het grint van Neufchâteau, even bezuiden onze grens, ten Z.O. van Visé. Briquet en Fliegel hebben reeds even dit voorkomen vermeld.

¹⁾ H. FORIR et M. LOHEST: Compte Rendu de la Session extraordinaire de la Soc. malacologique de Belgique du 5 au 8 Septembre 1896; Annales de la Soc. malac. de Belg., t. XXXII; ook opgenomen in Annales de la Soc. geol. de Belgique, t. XXIII, 1896.

Een doorsnede gelegd door Rocourt, Argenteau en Neufchâteau, dus dwars door het Maasdal bezuiden Visé, kan de dalgeschiedenis even bezuiden onze grenzen nader toelichten (Profiel IX). Deze streek biedt het voordeel, dat een vrij kort profiel reeds beide delta-randen omvat en dus in doorsnede toont, de eene ligt bij Milmort in den Z.W. hoek der teekening en behoort tot een steilrand, die ten N.O. van de citadel van Sainte-Walburge bij Luik begint en in rechte lijn onder langs Vottem, Milmort en Tilice loopt in Z.-N. richting. Het hoofdterras ten Oosten vormt een aaneengesloten massief van Coronmeuse bij Luik tot Heure-le-Romain tegenover Visé. Hier liggen vele schachten van het Luiksche kolenbekken, in welke de dikte en de basis van het grint bekend werden. De basis is gemiddeld 120 M. + O.P. Forir en Lohest noemden het „*terrasse de Pontisse*” naar het fort van Pontisse, benoorden Herstal. Blijkens de hoogteligging is het blijkbaar het hoofdterras van het Limburgsche plateau. Hier valt het plateauarakter minder op, omdat men overal op het terras den 50 M. hoogen deltarand van Milmort ziet, waarachter het Hesbaye-plateau begint (150 à 200 M. hoog), dat slechts vuursteeneluvium draagt, hier en daar bedekt door dunne massieven van „Sables de Rocourt” en steeds ook door löss (limon brabantien en hesbayen). Men vergelijkte blad Alleur—Liège der Belgische geologische kaart.

In het Oosten wordt het hoofdterrasgebied nabij Neufchâteau door een analogen, 100 M. hoogen steilrand begrensd, waarachter op 240 M. + O.P. een aan het Hesbaye-plateau analoog gebied, de plateaux van Herve, begint, eveneens bestaande uit krijt met een dek van eluvium en somtijds nog van tertiair en löss.

Zonder de aanwezigheid van talrijke zijbeken der Maas zou men hier ook twee continue plateaux hebben door een onverbroken steilrand gescheiden; thans is alles veel moeilijker te onderkennen en moet men den linkeroever als richtsnoer nemen om te begrijpen, hoe het op den rechteroever vroeger gesteld was in morfologisch opzicht.

Het Herve-Plateau is in tallooze massieven verbrokkeld (hoogte 240 M. à 350 M. + O.P.) door het ongewoon groot aantal beken, het hoofdterras vormt nog eenigszins grotere stukken beoosten Cheratte, Argenteau en Visé en bezuiden en benoorden Dalhem en strekt zich van Zuid naar Noord uit vanaf Wandre tot benoorden Visé op Nederlandsch gebied, oostwaartsgaande tot den sterk geëffaceerden rand Jupille-Barchon-Neufchâteau-Mheer (Nederlandsch Limburg). Hier vervolgt zich de deltarand verder oostwaarts op Nederlandsch gebied en loopt ten Zuiden langs Vroelen bezuiden Noorbeek, Schilberg, Eperheide en Vijlen (vgl. profiel VI, dat den rand bij Schilberg aangeeft, waar hij reeds minder steil en hoog is als bij Neufchâteau).

Bij Luik en bezuiden Luik ligt een gebied, waar zelfs het hoofdterras

niet algemeen aanwezig is en middenterrassen doorgaans ontbreken. In Luik heeft men nog het hoofdterrasfragment der villawijk Cointe ten Z.W. van het station Guillemins en dat van Grivegnée op den anderen oever; het meer zuidelijk gebied blijve hier onbesproken.

Even bezuiden de profiellijn IX ligt in de Maasdalvlakte een boring bij Chertal, wier profiel ¹⁾ als volgt was:

Mondgat 58.00 M. + O.P.

Van 0.00 M.— 1.00 M. 1.00 M. Klei.

„ 1.00 M.— 4.50 M. 3.50 M. Grof grint.

Van 4.50 M.— 7.00 M. 2.50 M. Grint en zand, afwisselend.

„ 7.00 M.—10.50 M. 3.50 M. Grint.

Hieronder Carboonlei.

Het middenterras van Herstal viel niet in de profiellijn, het is echter volkomen analoog aan dat van Caberg en Elsloo, heeft een oppervlak, dat op 75 à 65 M. + O.P. ligt, terwijl de Maasdalvlakte er naast (Plaine de la Meuse) op 59 M. à 57 M. + O.P. ligt. Evenals bij Caberg en Elsloo is van de basis van het terras, d.w.z. van den praediluvialen ondergrond, nog een proffiel van eenige meters te zien. Bij Elsloo, in den steilrand aldaar, was dit Opperoligoceen groenzand; bij Caberg in de groeve Belvedere Maastrichtsch krijt; hier echter een nog oudere formatie, carboonlei. Bewesten het kanaal Luik—Maastricht, bezuiden de brug in den weg Herstal—Wandre, komen ze aan den dag en zijn nog over ± 5 M. te zien. De tram Luik—Herstal beklimt hetzelfde terras bij het binnenkomen in Herstal dicht bij de plaats Basse—Rue. Het hoogteverschil is hier 10 M. en de oppervlakte ligt op 70 M. + O.P. Nabij genoemde brug is het terras nog slechts 65 M. hoog, evenhoog als de brug zelve, bij welke beoosten het kanaal de weg plotseling daalt tot in het niveau der Maasvlakte van Wandre.

Nabij Visé, ten Noorden dezer plaats, zijn in de morphologie van het landschap aanwijzingen voor fragmenten van een dergelijk middenterras. Ontsluitingen ontbreken helaas.

¹⁾ Prof. LOHEST te Luik deelde het mij welwillend mede.

HOOFDSTUK V.

AANGRENZENDE MAASTERRASSEN BENEDEN ZUID-LIMBURG EN VERGELIJKING MET DE TERRASSEN IN ZUID-LIMBURG.

WEERTSCHE SLENK.

Benoorden den steilrand Neeroeteren—Bree etc., die het Kempensche plateau met zijn grintdek (Hoofdterras) in het Noorden afsnijdt, ligt een depressie, die ik vroeger als middenterras (eventueel zelfs laagterras) van oude, zich bij Maaseyck naar het N.W. buigende Maasloopen heb beschouwd. Het niveau van den bovenkant dezer laaggelegen rivierafzettingen (33 M. + O.P. bij Ven ten N.W. van Maaseyck op een der hoogste gedeelten, 32 M. + O.P. bij Molenbeersel, ruim 30 M. + O.P. bij Stamproy, 32 M. + A.P. bij Weert, 30 M. + O.P. bij Aldeneyck, 25 à 27.50 M. bij Hoogeloon, Valkenswaard, Westerhoven en Sterksel rondom Eindhoven, 15 M. bij Gilze, en 10 M. bij Rijen) is met e n dergelijke opvatting niet in strijd; alleen petrografisch onderzoek van goede series boormonsters uit dit gebied maakt echter een beslissing mogelijk. De aanwezigheid van een verweerde en ontkalkte grintbank, tusschen twee kalkhoudende grintafzettingen gelegen, zou ook hier, zooals het bij Bocholt, beoosten den Rijn met zooveel door G. FLIEGEL ¹⁾ begrepen werd, de afzetting van een Laagterras op een Middenterras kunnen aantoonen.

Intusschen hebben de weinige, hier bekende boringen niet tot dergelijke onderzoekingen aanleiding gegeven; alleen de profielen van de boringen:

Molenbeersel, Mondgat	32 M. + A.P.	24.30 M.	Campinien; basis + 7.7 M.
Ven No. 1,	33 M. + A.P.	26.00 "	" " " + 7 "
Ven No. 2,	33 M. + A.P.	27.00 "	" " " + 6 "
en Aldeneyck,	30 M. + A.P.	12.00 " ?	" " " + 18 " ?

zijn door STAINIER ²⁾ medegedeeld. Hij uit zich niet omtrent den nauwkeurigen ouderdom van dit grint. MOURLON maakte boringen bij Veldhoven

¹⁾ G. FLIEGEL in W. WUNSTORF & G. FLIEGEL, op. cit.

²⁾ X. STAINIER: La géologie du Nord-Est du Limbourg d'après de récents sondages; Bulletin de la Soc. belge de Geol., Bruxelles, t. XXI, 1907, P.V. p. 140.

en bij Opitter, maar heeft evenmin aan dit diluvium speciaal zijn aandacht gewijd. Hij interpreteert het eenvoudig met de letter q (quaternaire). Bij het Ursulinen-klooster te Maesyck bleek mij in een boring de grintbasis op ± 2 M. te liggen. De hoge grintbasis in de boring Aldeneyck, die ten Noorden hiervan ligt, wordt daardoor onwaarschijnlijk, tenzij hier een horst ligt, want Ven en Molenbeersel hebben weer even diepe ligging. Opvallende kleibanken ontbreken er geheel in. Alle profielen bestaan bijna geheel uit grint. Verder in het Noorden bestaan de bovenste 20 á 25 M. dezer gronden uit zand, zgn. *zanddiluvium*.

De groote dikte van het diluviale grint wijst, in verband met de geringere dikte van hetzelfde grint op het Kempen-plateau in het Zuiden (17 M. op de Mechelensche heide, enz.), met zekerheid op een influenceering der grintdikte door de genoemde randbreuk Neeroeteren—Bree etc. Of het hoofdterras is onder den invloed van een zakking, die met de grintafzetting bezuiden en benoorden de breuk coincideerde, dikker geworden en sindsdien door verdere zakking na de drooglegging in lager niveau gebracht, maar *niet* meer overstroomd door de Maas — ófwel de geheele grintdikte in het Noorden is niet alleen Hoofdterras en op het tijdens de midden-terras-erosie gezonken noordelijk deel van het Hoofdterras, dat eventueel de normale dikte had, heeft zich later nog midden- of laagterras-grint van de Maas afgezet. Dit was mogelijk, indien de zakking vóór die sedimentatie-periodes van de Maasdal-evolutie plaats had, dus in het daaraan voorafgaande erosie-tijdvak. De hoogte van dit gezonken land laat toe het als Laagterras te beschouwen en natuurlijk kan het ook, wat deze hoogte betreft, een — na de afzetting in hooger niveau — tot de tegenwoordige lage ligging gezonken middenterrasafzetting zijn.

Hier dien ik er den nadruk op te leggen, dat *een Rijnarm uit den middenterastijd hier niet meer verschijnen kon*, wjl blijkens de opvattingen der Duitsche geologen, o.a. door FLIEGEL neergelegd in de bovengeciteerde „Geologisch-Morphologische Übersichtskarte des Niederrheinischen Tieflandes”, tusschen Venlo en den Eifel geen Rijnterrassen, *jonger* dan het hoofdterras, voorkomen.

Ik deel deze meening voor het grintgebied benoorden de Sandgewand, onder het Echterbosch, Saeffelen, Geilenkirchen, Bingelrade en Brunssum gelegen. De steilrand, van Sittard tot Brunssum loopende, dan in de heide vervagend en verder zuidelijk bij Rimbürg en Ubach weer duidelijk verschijnend, is van tektonischen oorsprong en is geen terrasrand ¹⁾ ²⁾ ³⁾.

¹⁾ E. HOLZAPFEL: Beobachtungen im Diluvium der Gegend von Aachen, Jahrb. der Kön. Pr. Geol. Landesanstalt, XXIV, 1903, S. 492.

²⁾ A. BRIQUET: La Vallée de la Meuse en aval de Liège; Bull. de la Soc. Belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, TXXI, 1907, Mém.

³⁾ W. C. KLEIN: Grundzüge der Geologie des Süd-Limburgischen Kohlengebietes Berichte des Niederrheinischen geologischen Vereins, 1909, blz. 73.

Was hier een zoo groot middenterras, als door dezen steilrand in het Zuiden begrensd wordt, dan zou dat van de kleine rivier de Roer afkomstig moeten zijn, wat niet aan te nemen is. Deze vormde elders slechts kleine middenterrassen, o.a. bewesten station Vlodrop. Nu ligt echter toch in de slenk van Weert, die het verlengde van den Roergraben is, aan de oppervlakte overal Rijngesteente volgens E. KURTZ ¹⁾. Hij geeft het aan van:

Bree, ten N.W. van Maeseyck, be- { agaat, roode *Eisenkiezel* en Kiezeloosten de Kanaalbrug; { leien van den Rijn.

Bocholt, ten N.W. van Bree;

Lille—St.-Hubert, ten N.W. van Bree;

Stamproy, ten Z. van Weert; { kiezeleien van den Rijn, roode
{ *Eisenkiezel*, Chalcedoon, Agaat,
{ Naheporfier, Nahemelafier, Tau-
{ nuskwartsiet;

Westerhoven;

Reijen; { Kiezeleien en roode *Eisenkiezel*
{ van den Rijn.

Dat hier ook iets Maasgrint aanwezig is, bewijst de révinienkwartsiet, die door Kurtz van tal van plaatsen en door STAINIER van Molenbeersel vermeldt wordt.

A. ERENS ²⁾ geeft van Hoogeloon en Oudenbosch Rijngesteenten aan. Het gebied is dus vermoedelijk een Maas—Rijn-terras en moet dan een *hoofdterras* zijn, dat niet zóó sterk daalde, dat de Maas zich sindsdien daaroverheen een weg kon banen en de Rijngesteenten kon bedekken met haar eigen grint. Dit althans is de conclusie, die men trekken moet uit het geobserveerde overheerschen van Rijngesteenten. In zijn „Diluvium de l'Escaut” vermeldt LORIÉ ³⁾ wel is waar geen Rijngesteenten meer van Breda en Etten.

De *Noordgrens van de Weertsche slenk*, op den linker Maasoever, correspondeert met den Zuidrand der Peelhoogten en deze topografische rand is dus van tektonischen oorsprong, blijkens de boringen van den Rijksopsporingsdienst, door mijn collega P. TESCH onderzocht. (Men vergelijkte voor den rechter Maasoever profiel X). De steilrand in het terrein is echter zeer weinig geprononceerd, vergeleken met dien in het Zuiden, althans bewesten de Maas. Opvallende dikte-verschillen in het grint zijn echter te

¹⁾ E. KURTZ: Das Mündungsgebiet des Rheines und der Maas zur Diluvialzeit, Düren, 1910.

²⁾ ALPH. ERENS: Recherches sur les formations diluviennes du Sud des Pays-Bas; Bull. de la Soc. belge de Géol. etc., T. V., 1891, Mem., p. 14—42.

³⁾ J. LORIÉ: Le diluvium de l'Escaut; Bull. de la Soc. belge de Géol. etc., T. XXIV, 1910, p. 336—413. Zie ook het door den schrijver zelf gegeven résumé in: Het Scheldebiluvium; Tijdschr. van het Kon. Ned. Aardr. Genootsch., dl. XXVIII, 1911, blz. 279—298.

constateeren; in de Weertsche slenk liggen reeds de boringen die werden uitgevoerd bij:

Vlodrop ten Z.O. van Roermond met	189 M. diluvium: Basis — 160.6 M.
Maasniel „ O. „ „ „	48 „ „ : „ — 21 „
Neer, benoorden „ „ „	minstens 56 M. diluvium, grooten-
	deels grof grind.
Roggel bezuiden Meyel met	20 M. dil.: Basis + 8 M.
Ospel bij Nederweert „ minstens	23 „ „ : „
Leveroy bij Baexem „ „	31 „ „ : „
Heythuizen bezuiden Meyel met	31.5 „ „ : „ — 3.5 „
Heide Noorderkanaal Z.W. van Meyel	
ten N.O. van Weert met	56 „ „ : „ — 24 „
Stratum bij Eindhoven met minstens	28 „ „
Woensel „ „ „ „	54 „
Liesel ten Z.W. van Helmond „	23 „
„ „ „ „ „ „	36 „

Terwijl vele boringen in de slenk de grintbasis zelfs niet bereikten, die van Neer (No. 40) zelfs niet bij — 31 M., is in de andere het diluvium meestal zeer dik, met name bezuiden Meijel, waar in de boring aan het Noorder Kanaal (No. 43) de basis van het diluvium op 24 M. — A. P. ligt. In de boringen, die meer nabij de lijn Roermond—Weert—Eindhoven en wat verder van de lijn Swalmen—Meijel (zuidrand van de Peelhorst) liggen, is blijkbaar nergens deze basis bereikt, te Neer zelfs niet als gezegd bij 56 M. diepte (31 M. — A.P.), te Woensel nog niet bij 37 M. — A.P..

Opvallend hoog ligt de diluviumbasis in de slenk alleen bij Roggel (8 M. + A.P.); het geïsoleerde van dit feit doet denken aan de mogelijkheid, dat hier de grens te hoog getrokken is, wat steeds denkbaar is bij diluvium, dat op plioceen ligt.

Hierna zal ik nog terug komen op de enorme dikten *zanddiluvium*, welke deze belangwekkende boringen hebben geopenbaard en welke op den Peelhorst plotseling sterk verminderen of zelfs nul worden (o.a. bewesten Meijel).

Als wij de diluviale afzettingen der Weertsche slenk meer en détail beschouwen, valt ons hunne variabele dikte op. Het diepst ligt het diluvium beoosten de Maas in de boringen Vlodrop I en Asenraay (bij Maasniel, bij de hoeve Cornelishof) dus dicht bij den noordrand der groote inzinking. De basis ligt in de boring Vlodrop op 160 M. — A.P.

Hoewel het mogelijk blijft, dat meer centraal gelegen boringen nog grootere diepten zouden hebben aangetoond, schijnt dit onwaarschijnlijk, omdat in het meest zuidelijke gedeelte der slenk bewesten Erkelenz en Düren de grootste diepten ook dicht bij den noordrand liggen.

In het *Echterbosch* ontbreken boringen. Profiel X loopt er doorheen. Een putgraving bij *Swaentjeshof* benoorden *Saeffelen* wijst op een geringe dikte van het alluvium en meer zuidwaarts toonen de boringen bij *Tüddern*, *Hastenrath*, *Mindergangelt* en *Raath* evenmin groote dikten aan, integendeel, zij hebben een hoofdterrasbasis, die bij alle het niveau behoudt, dat zij dicht bij de *Sandgewand* op de gezonken schol heeft. Er is tot *Hastenrath* geen enkele breuk, die het hoofdterras verder verbreekt en het 4 K.M. breede gebied tusschen *Hastenrath* en de *Sandgewand* bij *Raath* en *Tüddern* schijnt vrij te zijn gebleven van diluviale storingen. Vermoedelijk ontbreken hier dus ook storingen geheel en al, wijl men verwachten kan dat zij steeds het diluvium mede zullen beïnvloeden.

De bases liggen: bij *Swaentjeshof* op 44.50 M. + A. P.

bij en benoorden *Tüddern* op 36 en 35 M. + A. P.
in 3 boringen.

N.W. van *Hastenrath* op 44 M. + A. P.

Z.W. van *Mindergangelt* op 56 M. + A. P.

bij *Raath* op 62 à 67.75 M. + A. P. in 3 boringen.

Het profiel van put *Swaentjeshof* is:

Van 0.— M.— 4.— M. 4.— M. Onbekend.

„ 4.— M.— 11.— M. 7.— M. Grint.

„ 11.— M.— 19.— M. 8.— M. Fijn grint.

„ 19.— M. af: Wit fijn iets kleihoudend zand (terti-
aire bruinkoolformatie waarschijnlijk).

Bij *Tüddern* lag, midden in het dorp:

4.7 M. kleiig zand, 2.10 M. grint, vervolgens bruinkoolformatie.

Bij *Hastenrath*, 1150 M. ten N.W. van de Kerk:

4.2 M. klei, 1.30 M. grint, 4.30 M. klei, 12.4 M. grint, vervolgens vermoedelijk tertiair zand.

Bij *Mindergangelt* zijn eenige meters grof bruin grint te zien, op wit zand liggend (bij den *Etzenradermolen*).

Bij *Raath* trof de steenkoolboring No. 69 aan het Zuideinde van het gehucht:
5.— M. Löss, 1.25 M. grint, 4.25 M. grint met geel zand afwisselend, daaronder rood, wit en geel tertiair zand.

En een eenige honderden meters van daar liggende bruinkoolboring L. 13 bij den *Zessprong* beoosten het dorp:

2.40 M. Löss, 2.50 M. Heterogeen grint, 2.10 M. Heterogeen grof grint, daaronder geel tertiair zand.

Aan de oppervlakte zijn in dit gebied weinig profielen in het grint te zien, de voornaamste in het *Echterbosch*.

De dalen der beken zijn hier niet steil en diep en leveren weinig ontblootingen op.

Hoewel het Hoofdterras bewesten de Maas ook (voor zoover bekend) in het Noorden het dikst wordt (bij Neer meer dan 56 M.) en daar dus mogelijk het verlengde der grootste diepte van Vlodrop en Asenraay ligt, schijnt deze zich verder westelijk naar het Zuiden te verplaatsen.

Hier zijn ook in het Zuiden van de groote slenk de dikten nog vrij groot en bij Ven en Molenbeersel ligt de grintbasis (+ 7 M. resp. + 7.70 M.) veel dieper dan bij het Echterbosch (+ 44.50 M.) en bij Tüddern ten N.O. van Sittard (+ 36 M. à + 35 M.).

De basis van het diluvium daalt zoo sterk, dat mogelijk O—W. storingen een rol spelen. Een oorspronkelijke stroomrichting Z.O.—N.W. van de rivier, die het grint deponeerde, verklaart het eventueel ook.

In alle opzichten verschilt dus de Weertsche slenk bewesten de Maas van die beoosten dezelfde rivier en op het meest in het ooglopende onderscheid is hier nog niet gewezen, nml. op de aanwezigheid van een machtige zandafzetting, bewesten de Maas, soms met kleibanken geassocieerd (het zgn. *Zanddiluvium*). Zonder hieraan lange beschouwingen te wijden, zooals vroeger veel geschiedde, zij toch opgemerkt, dat in deze zeer nabij de zee kust gelegen gedeelten der Maasdelta dus blijkens deze fijne afzettingen op vele plaatsen stilstaand water in meren voorkwam en blijkbaar lag hier in de slenk van Weert een zeer groot waterbekken. Als het met de zee in open verbinding had gestaan kon men er zee-schelpen in verwachten, welke echter steeds ontbreken.

Op den Peelhorst, benoorden de slenk, ligt onder:

Helenaveen (I)	20.—	M. diluvium.	(basis 13.26 M. + A. P.)
Maasbree (13)	19.4	" "	(" 10.37 " + A. P.)
Helden (Helenaveen)	19.—	" "	(" 11.54 " + A. P.)
Meijel	10.2	" "	(" 23.80 " + A. P.)
Baarlo	7.7	" "	(" 19.60 " + A. P.)
Kessel	15.—	" "	(" 9.10 " + A. P.)
Belfeld	17.80	" "	(" 5.48 " + A. P.)
Amerika	23.—	" "	(" 6.30 " + A. P.)
Beesel	21.—	" "	(" 4.60 " + A. P.)
Beeringen	19.—	" "	(" 15.90 " + A. P.)

een en ander volgens de gegevens, door de Rijksopsporing ¹⁾ verkregen.

Volgens KURTZ is in dit noordelijk gebied eveneens overal Rijngrint overheerschend, althans aan de oppervlakte. Benoorden den Peelhorst, in de slenk van Venlo, welke de Maas doorstroomt, is het diluvium niet zoo dik als in de Weertsche slenk.

¹⁾ Jaarverslagen 1908, 1909, 1910, 1911.

Zoo bijv. bij					
Blerik (9) (Klooster)	15.20 M.	Basis	6.80 M.	+	A.P.
Venray (12) (St. Joseph) minstens	21.50 "	"	3.50 "	+	A.P.
Haps (13)	22.— "	"	7.— "	—	A.P.
Bergen (14)	18.— "	"	6.— "	—	A.P.
Mill (20)	15.— "	"	5.— "	—	A.P.
Sev. (21)	16.80 "	"	11.20 "	—	A.P.
Mariendaal (33) Grave	13.50 "	"	3.50 "	—	A.P.
Beek (45)	9.70 "	"	0.30 "	+	A.P.
Broekhuizenvorst (53)	18.— "	"	3.— "	—	A.P.
Benoorden Hees, bij Hulm, Sieben- gewald (56) grens	14.40 "	"	1.60 "	+	A.P.
Afferden (57)	12.— "	"	3.— "	+	A.P.
Aayen bij Bergen (61)	19.30 "	"	5.30 "	—	A.P.

PEELHORST.

Ik twijfel er niet aan, of de geheele Peelhorst behoort tot het *hoofdterras*. Dit bevat nml. overwegend Rijngesteente vanaf Sittard, ook op den rechter Maasoever. Ware het een midden- of laagterras, dan kan dit als gezegd op blz. 68 niet van den Rijn afkomstig zijn, en wijl dergelijke jongere terrassen, ook die van de Maas, steeds een petrografische samenstelling zouden hebben, die slechts voor een klein deel van de ter plaatse vroeger doorsneden en weggeërodeerde oudere terrassen afhangt, moest er dus overwegend Maasgrint in voorkomen. En dit moest zelfs het geval zijn, wanneer het jongere terras een dal opvult, dat in een hoofdterras-gebied ligt, welks materiaal door den Rijn geleverd werd.

Voorts ligt de basis van het hoofdterras van de Peel, en eveneens van dat der Weertsche slenk, diep onder den grondwaterspiegel. Het kalkgehalte, dat wij steeds in de laagterrassen van Rijn en Maas, en in hunne middenterassen ook zeer dikwijls aantreffen, moest hier bewaard gebleven zijn, wijl deze grintlagen thans nog grootendeels onder den grondwaterspiegel liggen. Alleen een hoogere ligging in vroegeren tijd, tijdens welke de kalk werd uitgeloozd, gevolgd door een zinking, verklaart den toestand van thans.

Hoewel de Peelhorst dus hoofdterras is naar mijn meening, wordt dit terras naar de Maas toe op den horst evenzeer als daarbuiten begrensd door *laagterras* en *alluvium*. Waar het alluvium in het noordelijk Rijndal het laagterras geheel bedekt, tengevolge van zeer recente zakking van den bodem, kan dit ook in het Maasdal wel het geval zijn, althans benoorden

Venlo. Als grens van het hoofdterras kan men in dit reliefflooze gebied, zonder duidelijke randen, hetwelk voor morphologische studies bijna niets interessants meer biedt, eigenlijk slechts een hoogtelijn nemen, die dan naar het Noorden geleidelijk in een dieper gelegen hoogte-kromme moet overgaan. Op de breedte van Venlo kan men daarvoor de 20 M. lijn,* meer noordelijk de 15 M. lijn kiezen.

Indien vroeger terrasranden bestaan hebben, waren deze mogelijk toch steeds minder steil en hoog dan op den rechteroever. De Maas vertoont in haar geheel vanaf Maastricht hetzelfde verschijnsel van *asymmetrie*, dat ook aan vele kleinere rivieren van het Limburgsch-Akensche-gebied eigen is; haar westelijke oever is nml. minder steil als de oostelijke. Op Hollandsch gebied, dus op den rechteroever, liggen tusschen Maastricht en Maeseyck de steile randen met de bekende tertiair-profielen van Bunde en Elsloo, beneden Sittard licht rechts de steilrand van het Echterbosch en die van Swalmen tot Tegelen en Venlo. Links zijn de hellingen vlakker en verder van de Maas verwijderd.

Boven Maeseyck doet vooral op den linkeroever de daling van den Nederlandschen bodem zich gevoelen en zodoende bereikt het grint daar ook niet de hoogte, die het rechts heeft. Het hoogste punt der Peel, even benoorden Meyel (bij Beeringen) gelegen, bereikt slechts 35 M. + A.P., in het Oosten ligt het bij Venlo nog altijd bij 40 M. + A.P. Toch is dit verschil niet groot en maakt het den hoofdterrasouderdom voor het grint van de hoge Peel nog des te aannemelijker. (Vgl. profiel VIII.)

De grindikten op den Peelhorst (9.40 M. bij Meyel, in het N. en O. meestal meer) stemmen zeer wel met die van het hoofdterras der Kempen en van Zuid-Limburg overeen; wel is de dikte wat grooter dan op den tegenover gelegen oever, waar zij bij Venlo en Vlodrop 5 tot 15 M., zelden 20 M. bedraagt.

Mogelijk ligt in de buurt van het Maasdal een dergelijke *Oost-Westelijke breuk*, als door het Swalmdal schijnt te loopen volgens W. WUNSTORF (Ubersichtskarte op. cit.) (Vgl. profiel X). Van Viersen naar Dülken loopt een dergelijke breuk, in het verlengde van de vorige, en die is in de oppervlakte zichtbaar. Langs deze Oostwestelijke breuken hadden dus, evenals trouwens in Zuid-Limburg, zeer recente bewegingen plaats. Vgl. mijn *Note sur la faille de Schin-op-Geul*; Ann. de la Soc. géol. de Belg., t. XL, p. B 388.

Ook de Peelhorst zelf wordt door een dergelijke breuk geïnculceerd, die bezuiden de Halte Helenaveen doorstrijkt. De boring Griendsveen bij die halte vond nml. 58 M. diluvium, terwijl het overigens in de Peel geen 25 M. dikte bereikt. Op de bovengenoemde kaart is hier de dwarsslenk van Venray aangegeven, die in het Noorden weer eindigt tegen den zgn. horst van Mill, opgevat als het noordelijk stuk van den Peelhorst. Deze slenk is

dus ook van diluvialen ouderdom, afgezien van een ouder begin der beweging.

Ook in de groote slenk van Weert, tusschen Sittard en Roermond, bestaan dergelijke hoogteverschillen links en rechts. Rechts ligt het hoofdterras van het Echterbosch en dat van Wehr en Jabeek. Het Echterbosch-plateau ligt (afgezien van de dalen) tusschen 50 M. + A.P. in het Annendaelsche bosch ten Z.W. van Vlodrop en 70 M. + A.P. ten Z.O. van Swaantjeshof; het gezonken hoofdterras, even benoorden de Sandgewand, onder Wehr en Jabeek, ligt met zijn oppervlakte op 75 M. à 60 M. + A.P.

De steilrand, die het Echterbosch begrenst, en die vermoedelijk door de erosie van de Maas uit den laagterrastijd ontstond, is gemiddeld 15 M. hoog, bijv. bij grensmaal 313; mogelijk hangt hij tevens met een dwarsbreuk tezamen. Ik bezit geen gegevens van boringen, welke dat zouden kunnen beslissen. In elk geval ligt het oppervlak van het diluvium te Molenbeersel, Weert, etc., aan de overzijde, dat ik eveneens als hoofdterras en dus als gelijkwaardig beschouw, eenigszins lager, nml. op 33 M. + A.P. bij Ven of nog lager, terwijl het terrein benoorden den steilrand Neeroeteren-Bree nergens boven 37 M. + A.P. stijgt (vgl. blz. 767).

Men moet echter niet vergeten, dat de verschillen links en rechts, zoowel in de slenk als op den Peelhorst, niet groot zijn. De Maas stroomt hier bovendien in Noord-Oostelijke richting en dus bijna loodrecht op de waarschijnlijke richting van de rivierarmen, die het hoofdterras hebben afgezet. Het hoofdterras heeft dan een verval in Noord-Westelijke richting en zoo moeten we bij een Noord-Oostelijke gerichte Maas geen symmetrie van de beide oevers verwachten.

Ik geloof, dat deze factor een grooten invloed heeft. Men bedenke, dat de meest westelijk gerichte Maasstroomrichting, aangeduid door de Westgrens der afzettingen, volgens alle geologen, DUMONT, STARING, KURTZ e. a. een N.W. richting heeft vanaf Maastricht ongeveer. LORIÉ heeft zelfs ondersteld dat een oude Maastak langs Gent en Brugge vloeide in zijn *Diluvium de l'Escaut*, blz. 382 en 408 ¹⁾. Ook de Rijn heeft vroeger, volgens de meening van ERENS en KURTZ, de tegenwoordige Maas gekruist, terwijl zij in het middenterrasstadium bij Crefeld naast den tegenwoordigen mond ook nog een westelijken tak had ter plaatse van het tegenwoordige Niersdal, een tak, die in den laagterrastijd volgens FLIEGEL ²⁾ nog bleef bestaan. De loop van den Rijn heeft zich dus sinds het hoofdterrastijdvak Oostwaarts verlengd; vandaar de geringe ontwikkeling of het ontbreken van middenterrassen op den geheelen rechteroever, van Bonn

¹⁾ J. LORIÉ: *Le diluvium de l'Escaut*, geciteerd op blz. 69.

In het eveneens daar geciteerde Hollandsche resumé vindt men dit op blz. 296.

²⁾ Zie zijn *Übersichtskarte*, geciteerd op blz. 21.

tot Winterswijk, terwijl deze in het Westen onafgebroken van Bonn tot benoorden Crefeld te vervolgen zijn. Voor de Maas nu schijnt hetzelfde het geval althans benoorden Sittard; ook bij haar ligt haar eigen hoofdterras in een breeden sector bewesten de rivier, terwijl zij zich thans bij Venlo reeds in een oud hoofdterras van den Rijn schijnt te hebben ingesneden. Alleen in Zuid-Limburg gingen hare wateren zeker verder naar het Oosten. Bij Herzogenrath vond ik in de groeven bij Rolduc nog een harer kenmerkendste gesteenten, den porphyroïde van Mairus. Het laatste woord in deze quaestie is nog niet gesproken.

Voor al in de groote breede strook hoofdterras, die tusschen het Echterbosch en den Belgischen Maasoever is weggenomen, en door laagterras vervangen werd (7 K.M.), ligt de verklaring van het hoogteverschil rechts (50 à 70 M.) en links (30 à 37 M.) Storingen zijn niet noodzakelijk voor de verklaring, maar blijven zeer wel mogelijk.

Op den Peelhorst ligt het grind in het Zuid-Westen het hoogst, onder Meyel bij 24 M. + A.P.

In Noordelijke richting schijnt dus de schol van den Peelhorst te dalen.

HOOFDSTUK VI.

KLEINERE INSNIJDINGEN IN HET DELTAPLATEAU.

BEEKDALEN.

Thans rest mij nog een korte bespreking van de kleinere rivierdalen in Zuid-Limburg, ter completeering der morphologische beschrijving van dat landschap.

Het zijn die van de Geleen, van de Geul en van de Worm. De dalen van de Jeker en andere kleinere riviertjes zijn van geringer belang.

Hoe intensief de erosie, door deze kleine waterlopen uitgeoefend, is geweest, blijkt het best uit de verbrokkeling van het plateaugrint. Dit is in vele massieven uiteengevallen:

1. het grintmassief van Margraten, Berg, Sibbe, enz., bezuiden en bewesten de Geul, resp. de Gulp, waarschijnlijk door verschuivingen beïnvloed (vgl. profiel I en VI).

2. dat van Schimmert (vgl. profiel III en VI), benoorden de Geul en bewesten de Geleen, slechts door een smalle landtong bij Klimmen, die de waterscheiding tusschen Geul en Geleen vormt, verbonden met

3. het Ubagsbergeiland (profiel I), dat slechts weinig aanleunend diluvialgrint draagt bij Bosschenhuizen en Molsberg, en dat bij Beitel en Locht bewesten Ubagsberg samenhangt met

4. het massief van Schaesberg (profiel I), dat door een smalle tong bij het station Schaesberg, die de waterscheiding tusschen Geleen en Worm vormt, verband houdt met

5. het eiland van Nieuwenhagen—Waubach (profiel V), waarop in het Noorden

6. het massief van Oirsbeek volgt, dat tusschen Geleen en Roode beek ligt.

7. Het massief van Kerkrade vormt een landtong tusschen Anselderbeek (Molenbeek) en Worm.

Langs den deltarand liggen in het Zuiden nog enkele grintmassa's aanleunend tegen het vuursteenplateau, tusschen de verschillende beken, die de Geul vormen.

Beoosten de Worm ligt een groot massief, dat zich tot aan de Roer uitstrekt; bewesten de Maas hebben Jeker en Demer in het Zuiden slechts kleinere plateaugrint-gebieden intact gelaten, waaronder dat van Lanaye — St. Pieter tusschen Jeker en Maas erg opvalt (vgl. profiel I), alsmede het

groote massief benoorden de Demer en de lijn Bilsen—Maastricht, dat het Kempen-plateau vormt (vgl. profiel IV). Bij Veldwezelt ligt een hoofdterras, dat beïnvloed is door verschuivingen, die door VAN DEN BROECK op blad Bilsen in kaart zijn gebracht en wier voortzetting ik benoorden Maastricht meen te bespeuren (vgl. de geotektonische kaart van het Z.W. deel van het Limburgsche kolenbekken in Mededeeling V en in Jaarverslag 1912 der Rijksopsporing van Delfstoffen).

Gedetailleerde beschrijving dezer massieven (vgl. de profielen) is alleen dáár interessant, waar mogelijk nog ouder grint aanwezig is of plioceen grint onder het diluviale volgt; ik moet mij echter thans daarvan onthouden.

Van de *beekafzettingen* valt oppervlakkig alleen het alluvium op.

Dit alluvium kan in deze verhandeling over het Maasdiluvium echter niet onbesproken blijven, wijl vele schijnbaar alluviale gronden diluviaal zijn. De op blz. 46 gegeven definitie is onvolledig. Alluviaal zijn de vlakke weilanden in sommige dalen alleen, wanneer zij stroomafwaarts geleidelijk samensmelten met het Maasalluvium, zooals dat voor de Geul en de Geleen, de Jeker, enz. het geval is.

Ik ken echter een dal, waarin het diepste deel doorgaans geheel vlak is en ook meestal weiland draagt. Het bevat echter geen rivier meer en eindigt bij Bemelen op een hoogte van 75 M. \div A.P. à 70 M. \div A.P. Dit is ongeveer het niveau van den bovenkant van het middenteras van Rothem en Heer. Het hier bedoelde dal komt van Groot-Welsden en loopt eerst westwaarts, en dan in noordwestelijke richting naar Bemelen. In den middenterastijd moet het een beek geweest zijn. Tengevolge van de Maaserosie, die aan de afzetting van het Laagterras vooraf ging, is de grondwaterspiegel in deze streken dusdanig gedaald, dat al het water, dat neervalt op het hoofdterrasplateau bezuiden de Geul, ondergronds afvloeit naar deze rivieren. Alle water, dat niet langs den löss afvloeit, gaat ondergronds naar Maas en Geul. Slechts een fractie kan nog langs de alluviën der verdwenen beken stroomen. Gewoonlijk heeft zulks dan tot gevolg, dat de vlakke dalbodem verdwijnt en door een concaven vorm vervangen wordt. Dit is dan ook in het algemeen de vorm van alle droogdalen, onverschillig of zij vroeger al dan niet een vlakken dalbodem gehad hebben. Dat deze vlakke niet-alluviale dal bodem hier bleef bestaan, vindt slechts zijn oorzaak in het feit, dat het onder deze dalopvulling liggende oorspronkelijke krijt zóó permeabel is, dat hier alleen een *grondwater*stroom bestaan bleef en bijna alle erosie sinds dien ophield.

Voorts dient men bij de beken slechts de oppervlakkige kleilagen van den vlakken dalbodem als eigenlijk alluvium, als kleiachtige beekbezinking te beschouwen. De meeste boringen in zulke alluviën leeren, dat onder de klei ook grintbanken voorkomen. Van beken als de Geleen en zelfs

van kleinere als de Caumerbeek beoosten Heerlen is de beekafzetting in haar geheel, die een lensvormige of bijna rechthoekige dwarsdoorsnede heeft, steeds meer dan 5 M. dik, 10 M. is wel het meest gewone cijfer en het komt dus overeen met de dikte van het laagterras van de Maas. Dat moet men voorloopig nog als diluviaal beschouwen, evenals dat van den Rijn. Er is dus alle reden, ook een groot deel dezer beekafzetting als pleistoceen te beschouwen. Ook de Belgen doen dit; zij onderscheiden ook in kleinere dalen de *alluvions anciennes*, die onder de *alluvions modernes* (alm) liggen.

Door boringen of putgravingen leerde ik het alluvium nader kennen bij Wijlre, Valkenburg en Meerssen in het Geuldal; bij Caumer, Benzenrade, Welten, Terworm, Voerendaal, Weustenrade, Wynandsrade, Nuth, Heerlerheide, Spaubeek, Beek, Schinnen, enz. in de dalen van de Geleen en haar zijrivieren; voorts op vele punten langs Anselderbeek (Molenbeek) en Roode Beek.

Enkele van de profielen zijn nog al typeerend of vallen op door de groote dikte der beekafzettingen; zij zijn niet onbelangrijk voor de hydrologen, waar zij dikke grintlagen aangeven:

Selzerbeekdal bij Partij.

(Steenkoolboring 16b).

0.-- M.	4.50 M.	4.50 M.	Klei.
4.50 "	7.00 "	2.50 "	Zandige klei.
7.— "	9.20 "	2.20 "	Grint, vervolgens krijgt <i>oppersenoen</i>).

Geleenbeekdal bij Welten:

0.— M.	1.50 M.	1.50 M.	Groengrijze lössachtige klei.
1.50 "	2.50 "	1.— "	Grijze klei.
2.50 "	3.30 "	0.80 "	Bruingrijze humeuze klei.
3.30 "	5.20 "	1.90 "	Klei met grint.
5.20 "	6.— "	0.80 "	Grint met zand Tertiair (<i>oligoceen</i>).

Geleenbeekdal bewesten Heerlen.

(Antoniabron bij Geleenhof).

0.— M.	9.63 M.	9.62 M.	Klei en zand, dan tertiaire klei met bruinkool (<i>onderoligoceen</i> , waaronder een artesisch niveau).
--------	---------	---------	---

Molenbeekdal bij Kopkesmolen (bewesten Heerlerheide).

(Steenkoolboring No. 29).

0.— M.	0.50 M.	0.50 M.	Akkeraarde.
0.50 "	1.25 "	0.75 "	Klei met grint.
1.25 "	2.25 "	1.— "	Grijze zandige klei.
2.25 "	5.25 "	3.00 "	Grof grint.
5.25 "	7.00 "	1.75 "	Zandige klei met grint. Tertiair (<i>midden-oligoceen</i>).

Dal van de Platsbeek bij Nuth (Zijbeek van de Geleen).

(Steenkoolboring No. 43).

0.— M.	0.30 M.	0.30 M.	Akkeraarde.
0.30 "	1.20 "	0.90 "	Grijze klei.
1.20 "	3.80 "	2.60 "	Grijze klei en turf.
3.80 "	5.60 "	1.80 "	Bruine klei met grint.
5.60 "	7.30 "	1.70 "	Grint. Daarna Tertiair (<i>oligoceen</i>).

Geleenbeekdal bij Abshoven (Munstergeleen).

(Steenkoolboring No. 51).

0.— M.	4.60 M.	4.60 M.	Gele klei.
4.60 "	5.81 "	1.21 "	Zandige grauwe klei.
5.81 "	6.51 "	0.70 "	Gele zandige klei met grint.
6.51 "	6.87 "	0.36 "	Geel zand met grof grint.
6.87 "	17.50 "	10.63 "	Rolsteenen, kwarts, graniët, enz.
17.50 "	19.42 "	1.92 "	Fijn zand met grint. De groote dikte is toe te schrijven aan de aanwezigheid van <i>Maasgrint</i> (het middenterras van Elsloo) onder de Geleenafzettingen.

Geleenbeekdal bij Ophoven bezuiden Sittard.

(Steenkoolboring No. 70)

0.— M.	4.30 M.	4.30 M.	Gele zandige klei.
4.30 "	7.30 "	3.— "	Grint.

Tertiair (*bruinkoolformatie*).

Dal van de Roode Beek bezuiden Schinveld.

(Boring No. 3).

0.— M.	1.50 M.	1.50 M.	Leem.
1.50 "	3.50 "	2.— "	Zand.
3.50 "	5.20 "	1.70 "	Zand met grint.

Wormdal bij Rimburch.

(Steenkoolboring No. 79.)

0.— M.	0.05 M.	0.05 M.	Teelaarde.
0.05 „	2.70 „	2.65 „	Blauwgrijze klei.
2.70 „	3.80 „	1.10 „	Zandige klei.
3.80 „	10.— „	6.20 „	Grof grint.
Tertiair (<i>miocene bruinkoolformatie</i>).			

Beschouwen wij thans even de beekafzettingen boven het alluvium-niveau.

De Geleen biedt dan nog wel eenige interessante waarnemingen.

Opvallend is bij deze rivier de verbreeding van haar dal bezuiden Nuth. De Geleen met haar talrijke linker-zijrivieren boven Nuth en de Molenbeek en Caumerbeek vormen met het tusschen gelegen lagere plateau, waarop het dorp Heerlen (110 M. + A.P.) ligt, slechts één enkele, groote depressie in de omringende hoogten. Ik stel voor aan deze laagte den naam *Keteldal van Heerlen* toe te kennen, wijl deze plaats in het centrum ligt. Het plateautje bij Heerlen, dat meerdere meters löss en daaronder eenige meters grint vertoont, beschouw ik als een middenterras van de Geleen (vgl. profiel V). De oppervlakte van dat terras, die bij Heerlen op 110 M. en bij Bek op 120 M. + A.P. ligt, bevindt zich in veel lager niveau dan de basis van het grint op het plateau bezuiden Heerlen (134.40 M. + A.P. bij boring No. 18 aan de Kook bij het Hoogreservoir; 139 M. + A.P. in den put van Heerlerbaan). Eveneens ligt het lager dan de basis van het grint bij Klimmen (135 M. + A.P.) en Schimmert (115 M. + A.P.). Terwijl bij station Hoensbroek het middenterras tot 93 M. + A.P. daalt, ligt het grint bij Schacht Emma boven 103 M. + A.P. en Hommert No. 83 boven 104 M. + A.P. *Het is dus onmogelijk van plateaugrint te spreken in deze depressie. Derhalve noem ik het een middenterras (van Heerlen), dat bezuiden Nuth eindigt. Bij Jansgeleen, even benoorden Station Spaubeek, komt de Geleen in de laagte van het middenterras van Elsloo. Oorspronkelijk samenhang van deze twee laat zich niet aantoonen en is ook slechts van relatief belang.*

Een opvallend gedeelte van het Keteldal is dáár gelegen, waar langs de linkerzijbeken van de Geleen, bij Voerendaal, een ongewoon groot alluviaal gebied zich uitstrekt.

Hoewel al deze beken slechts klein te noemen zijn, begint onmiddellijk bij hunne bron — de kaart geeft het aan en ook Staring's kaart toont reeds deze groote alluviale vlek — een alluvium van een half uur breedte. Een grootere rivier kan hier moeilijk vroeger aanwezig zijn geweest, wijl in het achterland overal het plateau oprijst en wijl alle dalen eindigen tegen het massief van Schimmert of tegen het Ubagsbergeiland.

Slechts opstuwing van het water tot een meer kan ons de uitgestrektheid van het alluvium, ontstaan door dicht slibbing van het meer, zeer wel verklaren.

Sinds kort hebben nu bij *Voerendaal* het bestaan van dit *meer* aldaar bewezen. Na door een veenlaag te zijn heengedrongen, die wel als het laatste stadium der meeropvulling te beschouwen is en onderaan schelphoudend was, kwam een *boring bij Kasteel Cortenbach* in grijze kalkhoudende kleilagen (te vergelijken met „Moormergel”) 1.40 M. dik, die ik reeds kende uit een put bij de hoeve Lindelauf en bij 6.60 M. diepte kwam een bankje *zoetwaterschelpen* in dezelfde klei voor in een andere boring onder Kasteel Haeren. Dit ongewone kalkgehalte van alluviale klei, gecombineerd met de schelpenlaag (*Trichia (Helix) hispida* en *Succinea fagotiana* ¹⁾) en de uitgestrektheid van het alluvium, wijst met stelligheid op het bestaan van een oud meer bij Voerendaal. Het werd vermoedelijk door bronnen, die thans nog bij Croubeek, in den Zuid-Oosthoek van dit meer, uit den krijtgrond langs verschuivingen omhoog stijgen, gevoed. Aan dezelfde bron ontleent nog thans de Beek de Sprong haar groote waterhoeveelheid. Voor bijzonderheden omtrent deze tektonische quaestie raadplege men mijne Mededeeling V der Rijksopsporing van Delfstoffen (blz. 42—45).

Tusschen de wegen naar Heerlerheide en Brunssum, in den tweesprong, dien zij vormen bij Husken, is grint te zien over 2 M. dikte, rustend op tertair zand, dat tot hetzelfde middenteras behoort (basis 94.00 M. + A.P.). Even ten Noorden volgt een fragment hoofdterras, dat 105.00 M. + A.P.) als basis heeft bij het Café Wilhelminahöhe.

Beoosten de Geleen is dit terras verder niet ontwikkeld. Onder Heerlen vind men van Zuid naar Noord grintbases van 107.— M. + A.P. bij het Kerkhof aan de Akerstraat, 101.— M. + A.P. bezuiden de Mijn Oranje-Nassau I aan den Kempkensweg, 97.— M. + A.P. in den schacht Oranje-Nassau, verder noordwaarts bij Station Hoensbroek 85.50 M. + A.P.

Langs de Geleenbeek zijn de basiscijfers 112.— M. + A.P. halverwege tusschen Heerlen en Benzenrade, en 90.— M. + A.P. bij het Welters-huisje aan den weg Heerlen—Valkenburg.

Benoorden Spaubeek treedt langs de Geleen een middenteras op bij Neerbeek en onder de Geleen, alsmede op den oostoever ten N.W. van Sweikhuizen en onder Daniken, Abshoven, Munstergeleen, en Leyenbroek. Dit is echter afkomstig van de Maas en vroeger besproken als *middenteras van Elsloo*. De basis van dit terras ligt steeds diep onder den Geleenspiegel; de laatste is bij Daniken bijv. 54.— M. + A.P. en de grintbasis is 41.40 M. + A.P. in de steenkoolboring no. 71, 400 M. benoorden de kapel de Kluis bij Geleen gelegen.

¹⁾ Gedetermineerd door Dr. H. MENZEL in Berlijn.

Verder zijn nog op enkele punten onzekere voorkomens van middenterrassen, die hier onvermeld kunnen blijven. Waar morphologisch een terras is, moet ook nog een boring bewijzen, dat onder deze terrasvormige oppervlakte een grintlaag voorkomt, dik genoeg, om niet als hellinggrint, afgerold van het plateauterras, te kunnen worden opgevat. Aan dit criterium wordt meestal eerst bij een dikte van 2 M. met zekerheid voldaan.

De *Geul* vertoont beneden Meerssen een schijnbaar middenterras, dat inderdaad van de Maas afkomstig is. Stroomopwaarts ligt nog bij Fromberg een 4 of meer meter dikke horizontaal gelaagde grintafzetting, die 107.— M. + A.P. als basis heeft, terwijl het Geulalluvium op 88.— M. + A.P. ligt, dus 19 M. lager. Het nabijgelegen hoofdterras bezuiden Keuteberg bewesten de Geul heeft 157.— M. + A.P. als basis. Ook de eenigszins afwijkende vuursteenrijke samenstelling van dit grint wijst erop, dat het denkelijk geen Maasgrint is, maar een werkelijk *middenterras* der Geul. Als eigenaardigheid zij vermeld, dat het in zijn geheel door Calcium-Carbonaat is verkit tot een „Nagelfluh“-achtig gesteente.¹⁾

¹⁾ Dergelijke verkalkingen zijn door mij in het hoofdterras nog geobserveerd bezuiden Cadier en bij Vliek, alsmede in den hollen weg bezuiden Hegge. (Het laatste op aanwijzing van den Heer R. PIJLS, burgemeester van Schinnen).

HOOFDSTUK VII.

PETROGRAFISCHE SAMENSTELLING VAN HET MAASGRINT. FOSSIELE RESTEN.

Wij zullen in dit opstel niet diep ingaan op het interessante probleem der *menging van Rijn- en Maasgrint* en het verloop van beider grenzen; ik verwijs naar de studiën van Dr. KURTZ te Düren¹⁾ over dit onderwerp.

Hij neemt aan, dat in een gebied, in het Oosten begrensd door een lijn langs Dürwiss, Hambach, Jülich, Erkelenz, Odenkirchen en Vierssen en in het Westen door een lijn Düren, Maeseyck, Neeroeteren-Bree, het Rijngrint op het eenigszins oudere Maasgrint ligt en zij samen het hoofdterras vormen. Inderdaad ligt in dat gebied dikwijls een sterk gekleurd grint, hetgeen ik onder het vriendelijk geleide van mijn collega A. QUAAS o.a. bij Gillrath en bij de insnijding der lijn Geilenkirchen-Tüddern, in den Wormdalrand ten Z.W. van Geilenkirchen, gezien heb. Dat er diepgaande petrografische verschillen tusschen beide grintlagen bestaan en het dus niet een *diluvium rouge* op een *diluvium gris* is, zooals ons uit Frankrijk wordt beschreven (zie o.a. DE LAPPARENT, *Traité de Géologie*), heb ik destijds niet gezien. Wel is het onderliggende grint kwartsrijker en doet aan plioceengrint denken, wat in het gebied beoosten de Sandgewand in het geheel niet buitengesloten is. Wij dienen de publicaties van Dr. QUAAS over dit grint af te wachten.

Kleilenzen van eenig belang zag ik o. m. in hoofdterrasgrint bij Molsberg nabij Simpelveld, op den Schuurenberg bij Hoensbroek, beoosten Amstenrade, en deze waren kalkvrij. Zandlenzen zijn algemeener, maar steeds dun. Eerst in de Weertsche slenk gaat het zand (*diluvium*) dikwijls overheerschen.

Over *stollingsgesteenten* in het Limburgsche grint deelde ERENS²⁾ veel belangrijks mede, dat echter aanvulling behoeft door nieuwe studie te velde. Hij geeft bijv. *Rijngesteenten* aan (*pierre ponce* en *lave leucitique scoriacée* de Niedermendig) van een groeve bij Smeermaas en hier ligt blijkens

¹⁾ Dr. E. KURTZ: Das Mündungsgebiet des Rheines und der Maas zur Diluvialzeit; Hamelsche Buchdruckerei, Düren (Rhld.), 19 .

²⁾ ALPH. ERENS: Recherches sur les formations diluviennes du Sud des Pays-Bas; Bull. de la Soc. belge de géologie, t. V, 1891, Mém., p. 14.

het voorgaande een *middenterras*, dat slechts door de Maas kan zijn afgezet.

Waar ik het verband van de Maasterrassen met de Scandinavische glaciaties eveneens buiten beschouwing liet, kon dit geschieden, wijl het met name de Rijnstudie is, die de oplossing dezer problemen mogelijk kan maken [zie het werk van LORIE¹⁾ en de laatste bijdrage van FLIEGEL²⁾] en wij voor de Maas het probleem het best indirect oplossen, door te streven naar een goede parallelisatie der terrassen hier en ginds.

De talrijke, volgens BARROIS *Bretonsche gesteenten*, die ERENS in ons plateaugrint vond, geven nog steeds te denken. De zoo moeilijke petrografische grintstudies kunnen blijkbaar nog in vele vragen omtrent de oude riviersystemen licht verspreiden, mits zij niet door een enkelen persoon, maar door meerdere, in samenwerking met elkander, worden ondernomen. Het beste ware nog, dat kenners van Bretonsche en Vogeze gesteenten zich persoonlijk naar hier begaven, ten einde ons grint op het gehalte aan de hun van ginds bekende gesteenten te onderzoeken.

Ik geef hier slechts even als mijn meening aan, dat een vroeger transport van Bretonsche rolsteen naar hier onmogelijk is. Het hoofdterras en vooral het *middenterras van Amby en Rothem* leverde ERENS de vindplaatsen dezer gesteenten. Nu is het echter voor een *middenterras* (ERENS groepeerde de Maasgrintafzettingen nog niet in terrassen) een onmogelijkheid, dat daarin door directen aanvoer uit het land van oorsprong Bretonsche gesteenten zouden zijn gekomen. Hun voorkomen valt echter in dit terras het meest op en men denkt dus niet aan een remaniëring van het hoofdterrasgrint in deze middenterrassen. Zelfs een primair voorkomen in het hoofdterras is echter m.i. onmogelijk, wijl het hoofdterrasgrint vanaf Luik steeds de huidige Maas begeleidt en nergens ver van den tegenwoordigen loop verwijderd blijft. Het Seinedal is ook minstens zoo oud als het Maasdal en heeft dus steeds dit stroomgebied gescheiden van Bretagne.

Over de menging van Rijn- en Maasgesteenten in de provincie Utrecht heeft prof. WICHMANN reeds een bijdrage geleverd; voor Zuid-Limburg is deze kwestie nog alleen door KURTZ en ERENS onderzocht, en ook later door C. H. OOSTINGH³⁾ kort aangeroerd.

NOORSCH MATERIAAL.

Als slotopmerking over petrografische eigenschappen van het grint, kan iets over Noorsch gesteente dienen.

¹⁾ J. LORIE: Le Rhin et le Glacier Scandinave quaternaire; Bull. de la Soc. belge de géologie, t. XVI, 1902, Mém. p. 129.

²⁾ G. FLIEGEL: Rheindiluvium und Inlandeis: Verh. des Naturh. Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens, 65 Jahrg. 1909, S. 327—342.

³⁾ C. H. OOSTINGH. Eerste bijdrage tot de kennis van het verspreidingsgebied onzer zwerfsteen van zuidelijken oorsprong; mededeelingen van de Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool, dl. IV.

Aanwezigheid van Scandinaafsche gesteenten wijst op atzetting van smeltwater nabij den ijsrand, die volgens LORIÉ slechts tot de lijn Crefeld—Xanten—Nijmegen gegaan is. Toch zijn in Limburg scandinavische gesteenten talrijk volgens A. ERENS. Hij vond ze o.a. bij Rothem, Amby, Valkenburg en Mill, alsmede bij Mook. De vondsten bij Rothem en Amby zijn blijkbaar afkomstig uit het terras, dat ik als middenteras beschreef, en het komt mij weinig waarschijnlijk voor, dat hier gesteenten als Amphibool-syeniet, Augietsyniet en Elaeoliet-syeniet van Christiania, Elfdalenporfier en Syenietporfier zouden voorkomen.¹⁾

Voor het *middenteras* kan men immers geen menging met Noorsche gesteenten aannemen, en overblijfselen van het hoofdterras moeten in het grint van het middenteras uiterst zeldzaam zijn.

Kalkgehalte van het grint.

Het hoofdterras is steeds en het middenteras meestal kalkvrij. Intusschen trof ik een kalkgehalte aan in grintmonsters van boringen, in het *middenteras van Elsloo* uitgevoerd, zoo o.m.:

in een boring beoosten Welschenheuvel in zandig grint, van 4—10 M., onder den löss gelegen;

bewesten Munstergeleen in grint van 6.65—13.30 M., onder den löss gelegen; aan de spoorlijn Heerlen—Sittard bewesten hoeve Biesen bewesten Sweikhuizen in grint van 7.60—9.10 M., onder den löss;

in een put bij Bergerhoef, aan den weg Leyenbroek—Sittard, in grint van 8.50—11.00 M., onder löss van 0.00—7.00 M. en kalkvrij zand van 7.00—8.50 M. gelegen.

En een monster grint, genomen op het *laagterras* in een groeve aan den weg Limmel—Amby even beoosten den weg Wijk—Meerssen, bleek buitengewoon kalkrijk te zijn. Het kalkgehalte was vooral aan het zand tusschen het grint gebonden, evenals zulks in het middenterasgrint het geval is. Kalkhoudende klei of zand uit het hoofdterras is mij onbekend; in het grint is kalk, als bekend, geheel uitgesloten. Het staat dan ook reeds gedurende zooveel langeren tijd aan de uitloogende werking van het in den bodem wegzinkende regenwater bloot, wijl deze grintlagen reeds zooveel langer *boven* den grondwaterspiegel liggen, welks daling in ons gewest gelijken tred hield met de daling van den Maasspiegel, de laatste als gevolg van de erosie dezer rivier.

Ook in de boring naar steenkolen bij Stein (No. 77), ten noordwesten van dat dorp op het laagterras aan de Ur gelegen, kon ik in het grintmonster van dit terras een kalkgehalte constateeren, zooals dit dan ook in alle groeven eveneens te vinden is. Bij de bespreking van het laag-

¹⁾ De heer ERENS was niet in de gelegenheid mij de origineele stukken zijner grintstudie te laten zien.

terras in hoofdstuk III is ook reeds over het kalkgehalte een en ander medegedeeld op blz. 50.

VERSTEENINGEN.

Bij het onderzoek naar den ouderdom van het grint der Weertsche slenk kunnen mogelijk ook de fossiel-vondsten nog hulp verleen. Overigens schijnt het in 't algemeen moeilijk zoo niet geheel onmogelijk te zijn, hoofd-, midden- en laagterras van elkander te onderscheiden met behulp der fauna. A. RUTTEN¹⁾ zegt dit o.m. ook, waar hij schrijft, (blz. 104): „Abgesehen von dem Unterschiede im Fossilreichtum erweisen sich das hochgelegene Diluvium und das Taldiluvium als paleontologisch gleichwertig; beide enthalten die gleiche jung-diluviale Fauna”. Intusschen zegt hij even verder (blz. 106): „Während die limburgischen Elefantenfunde aus der Niederterrasse (Venlo, Roermond) und von Caberg dem typischen Mammut angehören, scheint in den höheren Terrassen eine andere Fauna auf zu treten, wie aus dem bis jetzt sehr spärlichen Material geschlossen werden kann. Im Schotter des Fromberges bei Wijlre wurde ja ein abweichender *Primigenius*- Molar und ein *Antiquus*- Molar gefunden: aus dem Diluvium des St. Pietersberges stammt ein Molar von *Elephas Trogontherii*.” Intusschen bleek op blz. 83 dat ik het grint van Fromberg als een middenterras van de Geul beschouw en dat het in elk geval onmogelijk ouder als het jongste plateaugrint zijn kan. Hier is een zekere contradictie aanwezig.

Ik ben geneigd aan een fauna-onderscheid te gelooven en hoewel, door oplossing der beenderen het grint van hoofd- en middenterassen veelal van deze beroofd is, kan juist het gezonken hoofdterras- grint van de Weertsche slenk, dat mogelijk na zijn afzetting zich slechts korten tijd boven den grondwaterspiegel heeft bevonden, nog veel dezer overblijfselen bevatten. De enkele vondsten van beenderen, gedaan bij Westerhoven, bezuiden Eindhoven, en bij Oosterhout, pleiten voor mijn veronderstelling van den hoofdterrasouderdom van dit grint. Beide vindplaatsen leverden nml. soorten, die tot de oudste diluviale fauna behooren van de vier, welke RUTTEN bespreekt (blz. 102) en zelfs voor deze zeer karakteristiek zijn. In Westerhoven, bezuiden Eindhoven, vond men *Rhinoceros etruscus* Falc., in Oosterhout *Elephas meridionalis* Nesti. Vooral het voorkomen te Westerhoven behoort zeker tot de afzetting van Rijn en Maas in de Weertsche slenk.

Het oudste grint van Margraten, etc. en het denkelijk plioceene grint van Ubagsberg, etc. leverden helaas nooit beenderen op.

¹⁾ J. RUTTEN: Die Diluvialen Säugetiere der Niederlande Utrecht, 1908.

HOOFDSTUK VIII.

PLIOCEENE FLUVIATIELE VORMINGEN.

De groote hoofdterrasdelta heeft een duidelijken rand, welke hiervoor meermalen genoemd werd en op de profielen VI en IX in het Zuiden, resp. in het Westen en Oosten, voorkomt.

Daarbuiten ligt een plateau, dat veel sterker verbrokkeld is en veel hooger is, minstens 50 à 60 M. hooger dan het aangrenzende hoofdterras. Voorts is het op dat hoogere plateau gelegen grint van een zeer afwijkend karakter. De petrografisch verschil, dat hieronder zal worden toegelicht en het groote hoogteverschil, motiveeren beide een zeer groot ouderdomsverschil, zelfs met het oudste hoofdterras van Margraten. Vandaar dat men dit grint als plioceen beschouwt en ik mij hierbij aansluit. De Belgen benoemden het op de „plateaux de Herve et de Hesbaye” gelegen grint met het symbool Onx, dat zelfs op een oligoceenen ouderdom duidt, dien zij waarschijnlijk achtten.

FLIEGEL en KAISER, die de Belgische voorkomens van het grint Onx nader vergeleken met het volgens de meeste geologen plioceene Kiezeloö-lietengrint langs den Rijn, constateerden daarbij een groote overeenkomst en zijn dus ook voor het Belgische grint op de Krijteluviumplateaux van Herve en de Hesbaye van den plioceenen ouderdom overtuigd. Men moet m.i. echter wel zeer in het oog houden dat paleontologische bewijzen ontbreken.

Het plateau van Hesbaye ligt geheel en dat van Herve grootendeels buiten ons land. Aan de grens van Vaals tot Slenaken, welke nog over deze laatste hoogten loopt, wier noordgrens daar nog juist binnen onze landpalen valt, liggen volgens UHLENBROEK eenige slecht zichtbare grintvoorkomens.

Wijl verder in ons gewest het Ubagsbergeiland het eenige massief is, dat nog zeer sterk aan een geïsoleerden door hoofdterrasgrint geheel omringden voorpost van deze „plateaux de Herve” denken doet, moeten wij daar analoog grint zoeken, dat hier toevallig ook inderdaad aanwezig blijkt en zelfs in een zeer groote groeve is ontsloten nabij *Huls* benoorden Simpelveld.

In dit grint ontbreken absoluut alle stollingsgesteenten en de kwartsrijkdom is zeer groot, in procenten wel minstens 95%. Alle soorten

kwartsgesteenten zijn erin aanwezig, meest in zeer gebleekten staat, bijv. grijze of bijna witte *révinien-kwartsieten* en *lydieten* voorts *vuursteen*en (*Cherts*) uit de *Waulsortkalken* van het Belgische *Tournaisien*, voorts verkiezelde *jurassische kalken* uit Noord-Frankrijk en de bekende *Kiezeloölieten*, voorts talrijke blauwe en bruine *vuursteen*en, de laatste zeker van lokalen oorsprong en dan ook het minst gerold en tevens het eenige gesteente, dat ook in groote blokken voorkomt, enz.

Zeer opvallend is ook de roode kleur van het kleiige zand, dat tusschen het grint ligt, alsmede de slechte gelaagdheid. Uit de beide laatste feiten meen ik een belangrijke conclusie te kunnen trekken omtrent de verweering en de vroegere natuur van dit grint, die m.i. sterk afweek van die van het hoofdterras.

De roode kleur van het kleiige zand wordt veroorzaakt door gehydrateerd ijzeroxyde. Volgens Wölbling en Stremme zijn de zwak gehydrateerde oxyden het roodst, de waterrijkere meer geel of bruin. Ook het kleiige oplossingsresidu van kalksteen en van allerlei formaties is dikwijls rood of bruin. Wanneer de bruine kleur aan verdere verweering blootstaat kan zij rood worden. Bruin of bruinrood is ook de zgn. Limburgsche *kleefgrond*, die het oplossingsresidu van onze Senoonkalken representeert; volkomen analoog is de verweeringsklei van den Belgischen Kolenkalk, dien ik o.a. bij de ruïne Crêvecoeur benoorden Dinant zeer mooi gezien heb. De *ferretto* van Piemont en de *terra rossa* van Istrië en Dalmatië zijn bekende voorbeelden van roode kleilagen, die ook uit kalksteen en (o.a. van de Karst) ontstaan zijn.

De roode of roodbruine kleur (de graad van vochtigheid influenceert den tint) van het grint van Huls (d.w.z. van het fijne materiaal daartusschen) gelijkt zeer sprekend op die van den frisch aangegraven „kleefgrond”, zooals die in den zomer van 1913 in de insnijding bij Croubeek (lijn Heerlen—Valkenburg) zoo goed te zien was. Zoo kwam ik op het denkbeeld van een *vroeger aanwezig grootgehalte aan kalkgruis en kalkrolsteen*en in het grint van Huls en van het plateau van Herve in het algemeen.

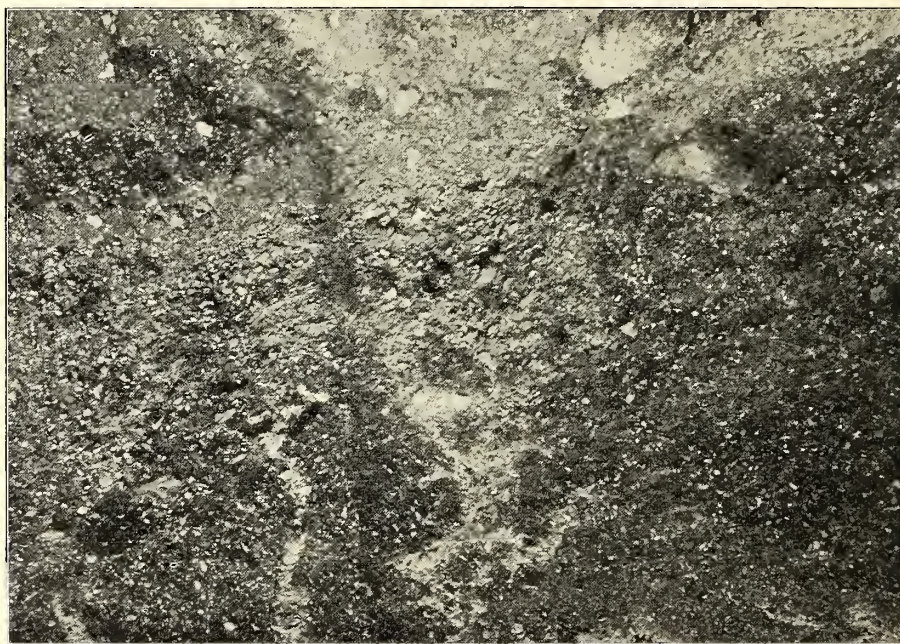
Drie observaties bevestigen dit vermoeden.

1°. Het groote *gehalte aan vuursteen*en in het grint van Huls en de Belgische voorkomens. Het is duidelijk, dat vooral de Senoonkalken, die nog thans tot aan de Vesdre, en bezuiden Luik op den rechteroever tot nabij Huy aan de Méhaigne reiken, deze vuursteen en hebben geleverd. Destijds moet de Zuidgrens dezer étage, gelet op hare zachtheid en hare gemakkelijke denudatie, veel en veel verder Zuidwaarts hebben gelegen dan thans en een groot deel van het Maasstroomgebied bezuiden Eysden lag geheel, ook met het diepste deel der dalen, in deze kalken, wier

samenstelling de grintsamenstelling voor een groot deel moet hebben beheerscht. De talrijke Senoonvuursteen en wijzen op een misschien 20 à 50 maal grooter volumen aan kalksteen, die gedenudeerd werd en als deze, afgezien van de grootere vergruizing bij het transport, niet na de afzetting nog totaal uitgeloogd ware geworden, zou hij thans misschien nog 5 à 10 maal zooveel volumen als de vuursteen innemen.

Zoo stel ik mij dan ook de oorspronkelijke samenstelling van dit grint voor.

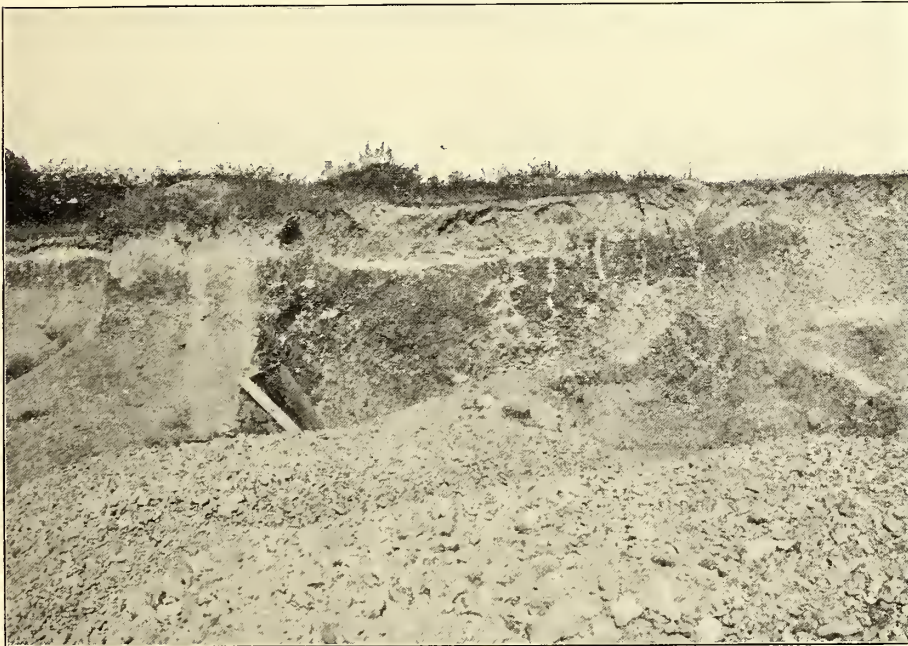
Thans ziet men dergelijk grint nog alleen onder den grondwater-spiegel en ook dan alleen als een zeer groot kalkgebied stroomopwaarts



Bijna ongelaagd grint te Huls benoorden Simpelveld.

volgt. Vandaar dat in het 's winters geheel en 's zomers gedeeltelijk onder water liggend laagterras bij Maastricht de kalkrolsteen niet talrijk zijn, wel echter bij en boven *Mézières* waar het enorme Jura-kalk-, Keuper- en Muschelkalk-gebied van Fransch Lotharingen begint en eerst nabij de Vogezen voor Trias-zandsteen plaats maakt. En in het laatste gebied is het ook weer alleen het nog niet uitgeloogde laagterrasgrint, hetwelk ik o.a. benoorden den *Mont Olympe bij Mézières* in een groefje blootgelegd vond, dat kalksteen bevat. Oudere terrassen welke ik wat verder noordwaarts bij *Haybes* en *Givet* aantrof waren grintarm en kleirijk en deden in verband met de observaties in het laagterras bij *Mézières* sterk een uitgeloogde terrassen denken.

product van den rooden beschrijft. Evenzoo ligt hier grauw grint op 2°. De sterke *volumenvermindering*, die ontstaan moest, als men een oorspronkelijk groot gehalte aan kalkrolsteen aanneemt, moet leiden tot een sterk inklinken der afzetting en een grootendeels verdwijnen van de oorspronkelijk bij alle fluviatiele afzettingen zoo mooie gelaagdheid. Dit is nu inderdaad bij Huls, dank zij de afmetingen der ontsluiting zeer goed te observeeren, en het jongere hoofdterrasgrint is stéeds veel beter gelaagd. Men zie de foto's van het grint van Huls.



Grintgroeve te Huls.

De beide bovenstaande afbeeldingen toonen ook, hoe in het *roode*, op de foto's donker getinte grint, lichtere in werkelijkheid *grijze* tongen omlaag steken, uitgaande van een reeds egaal verbleekte bovenste laag van een meter dikte. Deze bleeking is een verweering van de roode grondsoort, zooals uit de geheele dispositie blijkt, en deze meening wordt versterkt door de volkomen analogie der observaties van JONKER ¹⁾ in den Keileem van Groningen etc., waar hij den grauwen Keileem als verweerings-

¹⁾ H. G. JONKER: De beteekenis van de kleur der keileem in Nederland; Verhand. van het Geolog. Mijnbouwk. Genootschap voor Nederl. en Kol. Vgl. ook

J. LORIÉ: Roode keileem en rood zand in Nederland; id. id. Geolog. Serie, deel I, blz. 273—281, Sept. 1913, alsmede DR. D. J. HISSINK: Roode zandgronden, Cultura, Dec. 1913.

roodproduct en als de grondwaterspiegel hier even ondiep lag als in Gaasterland of bij Groningen, zoude onder het roode grint ook grijs grint met kalkrolsteenen kunnen volgen. Bij Huls ligt het grondwater echter 60 M. diep!

In het zeer kalkrijke stroomgebied der Seine vindt men ook veelal een „*diluvium rouge*” op een „*diluvium gris*” liggen, dat niet geheel ontkalkt is.

Steeds is het roode grint van het Maasdal aan groote hoogten gebonden.

Zooals reeds werd beschreven, is het grint van het Nieuwenhager eiland ook zeer oud en mogelijk plioceen. De kwartsrijkdom is even groot, de vuursteenrijkdom geringer als te Huls, van slechte gelaagdheid kan men er ook niet spreken.

Bij Sittard ligt onder het hoofdterras van den Kolleberg een voorkomen van kwartsrijke en grinthoudende zanden. De ligging onder het hoofdterras even bewesten de diluviale *Sandgewand-storing* moet ons bevreedden, tenzij dit voorkomen toch genetisch nog samenhangt met de algemeen bewesten de Sandgewand onder het bruine diluviale grint aanwezige plioceene lagen, die uit zand, humeuze klei, bruinkool en kwartsrijk kiezel-oölietengrint bestaan, de laatste in het Zuiden van Aken tot de Worm, de eerste in het Noorden vanaf Brunssum overheerschend. Deze hield ik reeds lang op grond der bruinkoollagen en der oölietrijke fijne grintlagen voor plioceen ¹⁾ ²⁾ ³⁾ ⁴⁾ (zie de foto van een ontsluiting in het grint in de heide beoosten Rumpen en de Roode Beek, overgenomen uit ²⁾). Thans is dit ook door het flora onderzoek van het echtpaar Reid bevestigd ⁵⁾. In de verhandeling ³⁾ en in het Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over 1910 heb ik het *plioceen* als *jongere bruinkoolformatie* (*type van Schinveld*) beschreven.

Deze grintlagen zijn wel is waar afwijkend van die van Huls. Ondanks de uitlooting van elk spoor van kalk (de grintbanken liggen ten deele geheel onder den grondwaterspiegel maar zullen er tijdens de insnijding van Maas en Rijn in het vroeger continue plioceene plateau tot op het minstens 50 M. lagere hoofdterrasniveau wel een tijdlang boven gekomen zijn) is de gelaagdheid zeer mooi en horizontaal. Men zie de foto.

¹⁾ W. C. KLEIN: Grundzüge der Geologie des Südlimburgischen Kohlengebietes, Berichte des Niederrh. Geol. Vereins (Verhandl. des Naturh. Vereins), 1909, blz. D 673.

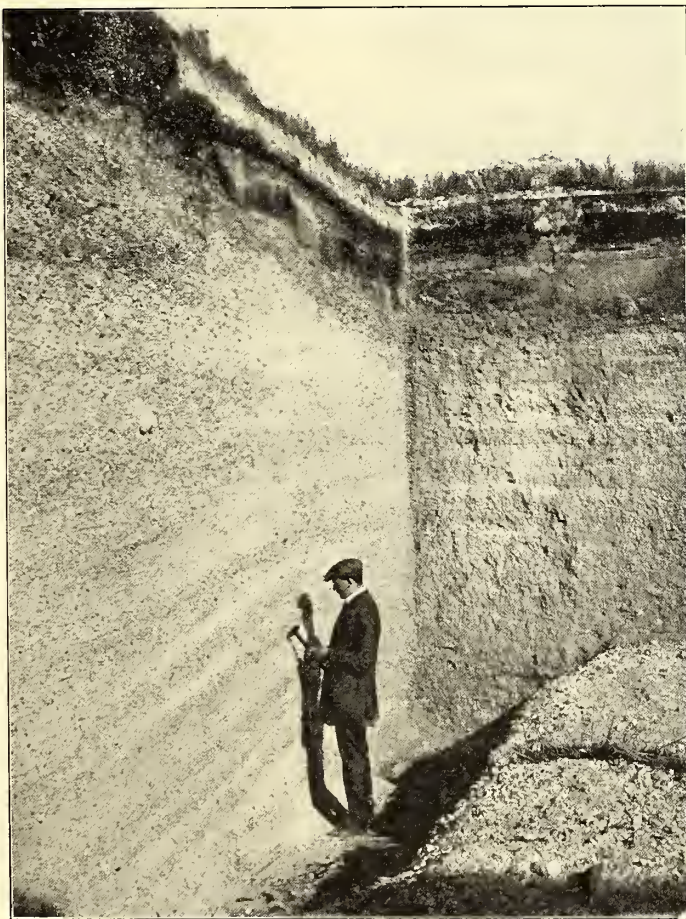
²⁾ Idem: Compte Rendu de la Session extraordinaire de la Soc. géol. de Belgique etc. dans le Limbourg hollandais; Ann. de la Soc. Geol. de Belgique, t. XXXIX, 1913, Bull, p. B 343 en 386.

³⁾ Idem: De bruinkoolformatie in Limburg; Handel. van het XIII Ned. Nat. en Gen. Congres; Groningen, 1911, blz. 420 en 423.

⁴⁾ Idem: in het Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over 1909, blz. 57 en over 1910, blz. 38 en vooral blz. 55.

⁵⁾ CL. REID AND ELEANOR M. REID: On the fossil plants from Reuver Brunssum, and Swalmen, Tijdschrift van het Aardrijkskundig Genootschap, deel XXVIII, 1911 blz. 645.

Dit wijst m.i. op een ook primair zeer gering kalkgehalte en het laatste is verklaard als we het plioceene grint beoosten de Sandgewand als een Rijnafzetting beschouwen. De Rijn reikte ook in den vroeg-diluvialen tijd volgens KURTZ tot aan de Sandgewand en stroomde niet door een groot kalkgebied als dat van het Hesbaye-Senoon.



Pliocéen grint in de Heerlensche heide.

De volgende *profielen* lichten de samenstelling van het plioceene grint of zand onder het hoofdterras bewesten de Sandgewand nader toe en zijn opgesomd in de richting van Zuid naar Noord. Bruinkolen zijn overal aanwezig. Naar het Noorden worden de lagen zeer grintarm en zandrijk.

Zooals men van een zanddiluvium kan spreken in vele gebieden benoorden Sittard, zoo zouden men de diepere afzettingen onder Raath en Tüddern en nog verder noordelijk van Sittard met den naam zandplioceen kunnen betitelen.

Steenkoolboring No. 68
 beoosten *Rumpen*, benoorden Heerlen aan de *Roode Beek*, nabij de brug.
 Mondgat 72.90 M. + A.P.

Van M.	tot M.	dikte M.	AARD DER LAGEN.
0.00	1.00	1.00	Grijs zand, <i>alluviaal</i> .
1.00	1.30	0.30	Grind, grof.
1.30	9.30	8.00	Zand, grijs, <i>diluviaal</i> .
9.30	11.80	2.50	Grint. <i>Plioceene, jongere bruinkool-formatie</i> , in dit boorgat toevallig geen bruinkool bevattend.
11.80	21.00	9.20	Zand, wit.
21.00	26.70	5.70	Zand, roodbruin.
26.70	28.40	1.70	Grint.
28.40	34.50	6.10	Zand, grijs, grof.
34.50	35.20	0.70	Klei, vet, bruinzwart.
35.20	35.60	0.40	Grint, vermoedelijk in hoofdzaak blauwe vuur- steen.
35.60	47.20	11.60	Zand, grijs, grof.
47.20	53.00	5.80	Zand, zwart, humeus.
53.00	83.00	30.00	Zand, grijs.
83.00	113.45	30.45	Zand, grijs.
113.45	123.00	9.55	Zand, zwart, humeus.
123.00	140.80	17.20	Zand, grijs, grof.
140.80	143.60	4.80	Zand, lichtgrijs, zeer fijn, echt <i>mioceene</i> habitus.
143.60	154.30	10.70	Zand, zwart, humeus.
154.30	160.00	5.70	Zand, grijs.
160.00	223.35	63.35	Zand, grijs.
223.35	224.00	0.65	<i>Mioceen grint, uit blauwe vuursteen be- staande</i> . Onmiddelijk eronder een dun zandig bruinkoollaagje, dat zeer typisch is en ook in het Westen voorkomt, waar deze laag op het terrein der mijn Hendrik aan de opper- vlakte ligt op \pm 94 M. + A. P. Zij is dus \pm 245 M. omlaag gezakt (<i>Sandgewand- storing</i>).

Bruinkoolboring bij het Duitse Dorp *Tevern*, beoosten Brunssum.
(Oosteinde van het Dorp).

Messtischblatt Geilenkirchen.

Mondgat 104.00 M. + A.P.

Van M.	tot M.	dikte M.	AARD DER LAGEN.
0.—	0.70	0.70	Löss.
0.70	1.10	0.40	Zand.
1.10	3.60	2.50	Gele klei.
3.60	8.70	5.10	Grint met zand.
8.70	12.80	4.10	Zand.
12.80	71.70	58.90	Grint met zand. Zeker grootendeels, zoo niet geheel <i>plioceen</i> .
71.70	77.30	5.60	Klei met zandlaagjes
77.30	84.00	6.70	Scherp zand.
84.—	84.10	0.10	<i>Bruinkool</i> .
84.10	88.20	4.10	Scherp zand.
88.20	88.80	0.60	Klei.
88.80	89.—	0.20	<i>Bruinkool</i> .
89.—	99.10	10.10	Scherp zand.
89.10	99.60	0.50	<i>Bruinkool</i> .
99.60	105.50	5.90	Zwart zand met <i>bruinkoolresten</i> .
105.50	108.30	2.80	Grijze klei.
108.30	124.60	16.30	Zwart zand.
124.60	165.—	40.70	Scherp zand.

Steenkoolboring bij *Mindergangelt*.
 $1\frac{1}{2}$ K.M. ten Z.W. van Gangelt, benoorden Schinveld.
Mondgat 56.00 M. + A.P.

Van M.	tot M.	dikte M.	AARD DER LAGEN.
0.00	9.90	9.90	Geel zand. <i>Pliocéen</i> . De basis van het hoofdterras is even ten N. der boring, iets hooger, te zien.
9.90	28.00	18.10	Wit zand.
28.00	39.40	11.40	Blauwe klei.
39.40	47.50	8.10	Grijze klei.
47.50	63.00	15.50	<i>Bruinkool</i> .
63.00	70.00	7.00	<i>Bruinkool</i> met hout.
70.00	74.00	4.00	Grijze klei.
74.00	78.20	4.20	Grijs zand.
78.20	80.00	1.80	<i>Grint</i> .
80.00	82.60	2.60	Bruin waterrijk zand.
82.60	91.50	8.90	Grijs zand afwisselend met wit.
91.50	96.80	5.30	Bruine klei.
96.80	128.00	31.20	Grijs waterrijk zand.
128.00	143.00	15.00	Blauw zand.
143.00	157.80	14.80	Blauwe klei.
157.80	168.00	10.20	Grijze klei.
168.00	180.00	12.00	Blauw zand.
			Hieronder volgt mogelijk <i>miocéen</i> , de grens is hoogst onzeker.

Het profiel werd mij bereidwillig medegedeeld door de Directie der Internationale Bohrgesellschaft te Erkelenz.

Steenkoolboring No. 69

te Raath ten N.W. van Brunssum (bij de zuidelijkste huizen van dit gehucht).

Mondgat 78.25 M. + A.P.

Van M.	tot M.	dikte M.	AARD DER LAGEN.
0.00	5.00	5.00	Leem
5.00	6.25	1.25	Kiezel
6.25	10.50	4.25	Geel zand met kiezel
10.50	20.25	9.75	Afwisselend rood, wit en geel zand (<i>Pliocene</i>).
20.25	23.00	2.75	Lichtgrijs drijfzand.
23.00	42.50	19.50	Grauw zand met klei.
42.50	50.50	8.00	Vette donkere klei.
50.50	63.00	12.50	<i>Bruinkolen</i> .
63.00	73.50	10.50	Donkere klei.
73.50	82.00	8.50	Grove grauwe klei.
82.00	88.00	6.00	Grof kwartszand.
88.00	97.00	9.00	Kleiachtig zand.
97.00	135.50	38.50	Fijn grauw zand.

Mogelijk begint hieronder het *miocene*, de grens is zeer onzeker.

Bruinkoolboring, 1 KM. W.N.W. van

Hastenrath, beoosten Sittard.

Messtischblatt Waldfeucht.

Mondgat 66.00 M. + A.P.

Van M.	tot M.	dikte M.	AARD DER LAGEN.
0.00	4 20	4.20	Leem.
4.20	5.50	1.30	Kiezel.
5.50	10.20	4.70	Klei.
10 20	22.60	12.40	Kiezel.
22.60	39.30	16.70	Zand. Vermoedelijk begin van het <i>plioceen</i> .
39.30	42.40	3.10	Kiezel.
42.40	80.80	38.40	Zand.
80.80	82.50	1.70	Grijze klei.
82.50	83.10	0.60	Zwarte klei.
83.10	83.70	0.60	<i>Bruinkool</i> .
83.70	84.40	0.70	Klei met bruinkoolresten.
84 40	85.70	1.30	Zand.
85.70	86.30	0.60	<i>Bruinkool</i> .
86.30	89.60	3.30	Kleiig zand.
89.60	90.50	0.90	Klei.
90 50	91.00	0.50	<i>Bruinkool</i> .
91.00	94.20	3.20	Bruinkoolresten.
94.20	96.30	2.10	Klei.
96.30	97.40	1.10	<i>Bruinkool</i> .
97.40	104.80	7.40	Klei met bruinkoolresten.
104.80	105.40	0.60	<i>Bruinkool</i> .
105.40	119 10	13.70	Klei met bruinkoolresten.
119 10	124.10	5.00	Zand en kiezel.
124.10	126.30	2.20	Klei.
126.30	132.70	6.40	Grof zand.
132.70	144.30	11.60	Vast zand. Het <i>miocene</i> vermoedelijk niet bereikt.

Steenkoolboring in *Tüddern* ten n. o. van Sittard.

Mondgat 44 M. + A.P.

Van M.	Tot M.	Dikte M.	AARD DER LAGEN.
0.00	8.00	8.00	Geel zand met grint. <i>Hoofdterras</i> . Basis 36 M + A.P.
8.00	53.00	45.00	Wit zand. <i>Pliocene</i> .
53.00	53.10	0.10	Gele klei.
53.10	56.50	3.40	<i>Bruinkool</i> .
56.50	67.00	0.50	Fijn grijs zand.
67.00	97.00	30.00	<i>Bruinkool</i> .
97.00	98.00	1.00	Grof grijs zand.
98.00	109.00	11.00	<i>Bruinkool</i> met fijn grijs zand.
109.00	116.00	7.00	Fijn grijs zand.
116.00	135.00	19.00	<i>Bruinkool</i> met een weinig zand.
135.00	153.00	18.00	Fijn grijs zand.
153.00	158.00	5.00	Grof zand.
			Hieronder begint mogelijk reeds het <i>miocene</i> , de grens is zeer onzeker.

Bruinkoolboring bij *Tüddern*, 1 K.M. benoorden het Dorp.

Messtischblatt Waldfeucht.

Mondgat 49.00 M. + A. P.

Van M.	tot M.	dikte M.	AARD DER LAGEN.
0.00	2.50	2.50	Zandige leem } <i>Hoofdtterras</i> : Basis 37.4
2.50	14.10	11.60	Kiezel } M. + A. P.
14.10	19.30	5.20	Drijfzand. <i>Pliocene</i> .
19.30	64.80	45.50	Zand
64.80	66.00	1.20	<i>Bruinkool</i>
66.00	69.20	3.20	Zand
69.20	69.50	0.30	<i>Bruinkool</i>
69.50	72.50	3.00	Zand
72.50	73.40	0.90	Klei
73.40	74.90	1.50	Zand
74.90	76.10	1.20	Klei
76.10	78.40	2.30	<i>Bruinkool</i>
78.40	78.60	0.20	Zand
78.60	80.60	2.00	<i>Bruinkool</i>
80.60	81.50	0.90	Klei
81.50	82.60	1.10	Bruinkolenhout
82.60	85.50	2.90	Klei met bruinkoolresten
85.50	85.70	0.20	Zand
85.70	94.10	8.40	Klei
94.10	94.70	0.60	<i>Bruinkool</i>
94.70	95.60	0.90	Zand
95.60	100.20	4.70	Klei
100.20	102.40	2.20	<i>Bruinkool</i>
102.40	108.80	6.40	Klei
108.80	113.80	5.00	Zand
113.80	119.50	5.70	Zand en kiezel
119.50	127.60	8.10	Zand. Mogelijk reeds <i>mioceen</i>
127.50	128.80	1.20	<i>Bruinkool</i>
128.80	133.20	4.40	Klei
133.20	150.30	17.10	Vast zand.

Bruinkoolboring *Tüddern*, in het dorp, $\frac{1}{4}$ K.M. ten Zuiden der Steenkoolboring.

Messtischblatt Waldfeucht.

Mondgat 43.00 M. + A.P.

Van M.	Tot M.	Dikte M.	AARD DER LAGEN.
0.00	0.60	0.60	Moerasgrond
0.60	4.70	4.10	Kleiïg zand
4.70	6.80	2.10	Kiezel. <i>Hoofdterras</i> . Basis 36 M. + A.P.
6.80	50.20	43.40	Drijfzand. <i>Pliocene</i> .
50.20	53.60	3.40	Kleiïg zand.
53.60	54.80	1.20	Klei.
54.80	56.00	1.20	<i>Bruinkool</i> .
56.00	58.70	2.70	Zand.
58.70	60.90	2.20	Klei met bruinkoolresten.
60.90	66.80	5.90	Zand.
66.80	68.40	1.60	Klei.
68.40	70.00	1.60	Zand.
70.00	70.30	0.30	Klei.
70.30	71.30	1.00	<i>Bruinkool</i> .
71.30	72.40	1.10	Zand.
72.40	74.90	2.50	<i>Bruinkool</i> .
74.90	75.20	0.30	Klei.
75.20	77.60	2.40	<i>Bruinkool</i> .

Profielen van oudere boringen in plioceen grint of zand op Hollandsch gebied vindt men in Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over 1910, blz. 55—58.

HOOFDSTUK IX.

BESCHRIJVING VAN PANORAMA'S DER TERRASSEN.

PANORAMA OP DEN UBAGSBERG.

(bij het signaal 217 M. + A.P.).

Bladen Heerlen en Sittard 1:50000).

Zuidwaarts ziende ontwaart men in een richting, diametraal tegenover die van den toren van Ubagsberg, de boomengroep, waarin *Bosschenhuizen* verscholen ligt. In het kleine dal, dat naar de laaggelegen boomen afdaalt, in Z.W. richting, ligt links een grintgroeve, die verlaten is. Daar is het grint aangegraven, dat de plateaux rechts en misschien ook links bedekt. Van daaruit ziet men links het land oprijzen naar den met sparren begroeiden en met dik plioceen grint bedekten *oligoceentop* van Huls (216.00 M. + A.P.); rechts en naar ons toe stijgen de akkers eveneens en komt men weer op krijt, dat bij ± 195.00 M. + A.P., even onder den weg die bij ± 200.00 M. + A.P. voor ons ligt, in tertiair overgaat. Dit onderoligoceen heeft 1 M. onder onze standplaats zijn bovenkant, bij 216.00 M. + A.P., en is hier dus ruim 20 M. dik.

Links achter Bosschenhuizen, juist achter het kleine droogdal, liggen dennebosschen en onmiddellijk daarachter boomgaarden, die een tweede massief van plateaugrint bedekken, dat het gehucht Banerheide draagt. Het grint van Bosschenhuizen ligt tusschen 169.00 M. en ± 190.00 M. + A.P., dat van Banerheide tusschen ongeveer 160.00 M. en 170.00 M. + A.P. Blijkbaar is dit een en hetzelfde grintdek, hoogstens door kleine storingen beïnvloed, waarvan ik er een zag in een groeve bezuiden Over-Eys. Slechts is het thans in tweeën gedeeld door de erosie van de Eyserbeek en leunt tegen den hooger en top, waarop wij staan.

Verder links zetten zich de boomgaarden langs Bocholtzerheide (plateau van 170.00 à 180.00 M. + A.P.) voort tot den *toren van Bocholtz*, die met zijn voet (bij 162.00 M. + A.P.) nabij de basis van het hoofdterrasgrint staat, bij het begin van het dal van de Eyserbeek. Nog meer links (dus Oostelijk) ligt een groote boomgroep, die op den Oostoever van het dal der Eyserbeek staat; nabij de oostpunt dezer boomgroep steekt nog juist een spitsje boven het land op den voorgrond uit. Het is het klooster van *Roodeputs*. Meer rechts zien wij den toren en nog eenige huizen van Simpelveld, dat echter grootendeels in het dal verborgen is.

Beoosten het dal van de Eijserbeek ligt een voortzetting van het terras van Banerheide en Bocholtzerheide. De basis van het grint ligt erop 151.00 M. + A.P., meer oostelijk bij Vrusschehueske blijkt een steenkoolboring op 158.00 M. + A.P. Nog verder links buigt zich dit terras geheel om de met sparren bedekte heuvels heen, en draagt (ongeveer achter het *kasteel van Imsterahof*) de hier niet zichtbare Mijn Willem bij Spekholzerheide (basis van het grint 148.00 M. + A.P.); meer noordelijk, achter den boomgaard van de hoeve Keversborg met haar gekanteelden toren, de Mijnen Wilhelmina (basis van het grint 142.00 M. + A.P.) en Carl (basis van het grint 137.00 M. + A.P.), links achter den boomgaard.

Keversborg, Imsterahof, de twee oligoceenheuvels dicht bij ons en de verst verwijderde van Huls behooren met onze standplaats tot het *tertiair eiland van Ubagsberg*. Ook de dorpen Ubagsberg en Colmond, in het Noorden zichtbaar, alsmede de dorpen Elkenraad en Eijserheide, door den molen voor ons oog verborgen, liggen nog daarop. Het tertiair is echter overal slechts eenige meters dik en schijnt geheel te ontbreken onder Elkenraad. Alleen in de vier heuvels heeft het een grotere dikte behouden.

Zeer duidelijk zal het na dezen rondblik zijn geworden, dat wij ons hier veel hooger bevinden dan de plateaux waarop Bosschenhuizen, Banerheide, Bocholtz en de Kolenmijnen liggen. *Daarachter un zien wij heuvels die ook weer veel hooger zijn.* Dit zijn eveneens massieven zonder grintdek. Tot het meest westelijke massief behoort het gebied buiten den *rand der delta*; het is het lange plateau, dat in het Zuid-Westen ligt en in het Zuiden den uitzichttoren van het *vierlandenpunt bij Vaals* draagt, die bij ongeveer 320.— M. + A.P. op Senooneluvium staat. De bosschen die zich van daar Westwaarts voortzetten tot aan de Geul, blijven meest boven 250.00 — M. + A.P.

De alleenstaande heuvel achter den toren van Bocholtz draagt den wickenloozen ouden molen van *Vetschau* (237.10 M., geen deltagrint); even links ligt de bekende *Lousberg*, die ten Noorden van het Keteldal van Aken ligt (263.10 M. + A.P., geen deltagrint); rechts van den Vetschauermolen ziet men den kalen *Schneeberg* (256.60 M. + A.P.).

Geheel rechts, in het Zuiden, ligt bij 180.— M. + A.P. de hooge *toren van Vijlen*, rustend op een voortzetting van het hoofdterras van Banerheide, daarvan gescheiden door het dal der Selzerbeek. *Het hoodterrasgrint, waarop deze toren nog juist staat, leunt op analoge wijze tegen het oudere achterland (Vijlener en Harlesbosch, 270.— à 290.— M. + A.P.), als het grintplateau van Bosschenhuizen leunt tegen den prediluvialen heuvel, waarop wij staan (217.— M. + A.P.).*

In het N.O. en N. grenst het ketelvormige dal van Heerlen en Voerendaal aan het eiland, zoodat eerst verder noordelijk (hier slecht zichtbaar)

bij Hoensbroek en bij Nuth en Hulsberg weer hoofdterrasgrint verschijnt.

In het N.W. ligt achter Colmont de vierkante toren van Klimmen op een smallen rug van het hoofdterras, die de waterscheiding vormt tusschen de diep geerodeerde dalen van de Geul en de Geleen en bij Maarshaal tegen het Ubagsberg-eiland eindigt.

Eerst benoorden Klimmen loopt het deltagrint weer ononderbroken door van het Maasdal tot aan het Geleendal en daarover heen.

PANORAMA OP DEN GULPERBERG.

(bij het signaal op de noordpunt).

(Blad Heerlen 1 : 50000).

Een der opvallendste punten in de omgeving is de toren van Vijlen; men ziet hem in Z.O. richting. Hij ligt op een grintplateau (bij 180.— M. + A.P.), dat zich noordwärts onder de boomen van Hilleslagen voortzet. Dit deltagrint is een tusschen de Lombergbeek en de Selzerbeek overgebleven stuk van het oorspronkelijke onverbroken massief. Het dal der Lombergbeek wordt aangeduid door den toren van Mechelen, rechts van en dicht bij ons gelegen dan de *toren van Vijlen*. Van dezen Mechelen'schen toren zien wij zuidwärts in het 100 M. diepe Geuldal. *Achter dien toren en zelfs nog achter dien van Vijlen, waar zich de nitzichttoren van het Vierlandenpunt bij Vaals bevindt die bij 320.— M. + A.P. op Senooneluvium staat, ligt een krijtplateau, dat buiten de diluviale Maasdelta lag.* De meest zuidelijk stroomende delta-arm ging langs Vijlen en het zal wel deze zelfde tak zijn die benoorden Aken nog een typisch Maasgesteente heeft gedeponeerd nabij het station Kohlscheid, nml. den porphyroïde van Mairus. De *steilrand langs dezen meest zuidelijken ouden Maastak is dus ruim 100 M. hoog*. Den top van den toren van Vijlen zien wij nog iets lager dan het plateau bij Vaals. Het hoogteverschil is dan ook 320 M. — 180 M. = 140 M.

Tegen dezen steilrand (*Gebirgsrand*) leunen achter de Lombergbeek nog enkele kleine hooggelegen terrasfragmenten, die hier slecht zichtbaar zijn. Hun basis ligt op plm. 157 M. + A.P., terwijl onder Hilleslagen de grintbasis op 149.— M. + A.P. ligt. Vermoedelijk heeft dit hoogteverschil een tektonische oorzaak en loopt hier een min of meer oostwestelijk gerichte storing, te meer omdat zij in het krijt ook bemerkbaar is.

Verder kunnen wij van uit onze standplaats zien, dat benoorden den Vaalser uitzichttoren het krijtplateau door een dal onderbroken wordt, waarachter Aken ligt, benoorden dat dal verschijnt de kale *Schneeberg* (256 M. + A.P.) met een steilen Zuidrand. Op zijn top ligt geen diluvium. Meer noordelijk zien wij het kleine spitsje van den toren van Orsbach (201 M. + A.P.), die niet meer op diluvium staat en ook kennelijk hoger

ligt dan het daarvoor gelegen hoofdterras van Hilleslagen en Banerheide (basis van het grint 150 à 160 M. + A.P.). Dit laatste gehucht ligt op den top van het bebouwde plateau ten NO. van het klooster van Wittem. Bij aandachtige beschouwing ziet men dat deze top (169.— M. + A.P., de cijfers der kaart zijn foutief) zeer veel lager ligt dan de molen van Vetschau. Het verschil is 68 M.

De weg van het *klooster van Wittem* naar *Eijs*, welks halfbolvormige torenspits nog juist te zien is, ligt geheel op krijt en bereikt het plateau-grint niet. Het hoogste punt bij den lindeboom is 137.75 M. + A.P. en even oostelijk heeft het plateaugrint 149.00 M. als basis..

Als men links van het klooster van Wittem over het plateau van Banerheide heen ziet, volgt men een Maasloop die zich langs Roodeputs (gritgroeven met basis 151.00 M. + A.P., de kloosterspits ligt even rechts van den toren van Eys) en verder langs Molsberg, Vrusschehueske (grintbasis 158.00 M. + A.P.) en Beitel tusschen de eilanden van Vetschau en Ubagsberg heenbewoog.

Benoorden de Eyserbeek, achter Eys, zien we het *delta-eiland van Ubagsberg*. Het begint bij de op de Zuidhelling liggende bosschen benoorden kasteel Goedenraad en strekt zich uit tot het recht benoorden onze standplaats gelegen triangulatiesignaal van den Heugdenweg bewesten Colmond. Het draagt een dun, soms ontbrekend tertiairdek. Daarop ligt, afgezien van hellingmateriaal, bij den *molen van Ubagsberg* (nog juist in het N.O. zichtbaar) en bij het sparrenboschje bezuiden *Huls* (links achter den toren van Eys) een grintlaag, die ouder dan het deltagrint is.

Het signaal van den Heugdenweg (166 M. + A.P.) ligt nog op krijt, ofschoon het hooger is dan ons punt van uitzicht (153.— M. + A.P.), waar we op plateaugrint staan met basis 148.— M. + A.P. De lange strook der Eijserbosschen, stijgend tot 190.— M. + A.P. ligt zelfs nog op krijt. Geheel bovenaan ligt een zeer dun *tertiair* dek.

In de richting van den toren van Wijlre overziet men de breede, met populieren bezette alluviën van het *Geuldal*, die vooral hier, waar drie beken (Geul, Gulp en Eijserbeek) zich vereenigen een groote ontwikkeling verkrijgen. Juist achter den toren ziet men de boomgroep, die tot Fromberg behoort. Hier ligt, leunend tegen de helling, die naar het oostelijk gelegen triangulatiesignaal oploopt, een 100 M. breed grintterrasje, van ± 5 M. dikte met basis 111.— M. + A.P. Het is denkelijk een middenterras van de Geul. Aan de overzijde der Geul stijgt de oever steil omhoog tot het gehucht Keuteberg (132.— M. + A.P.) waar nog krijt ligt zonder grintdek; de iets zuidelijk gelegen groote bosschen, tegen en op het plateau, liggen op grint, welks basis beoosten Berghoven achter deze bosschen als 157.— M. + A.P. bepaald is. Bij den korten afstand van hier tot Fromberg (1750 M.) is het hoogteverschil der grintbases

157 M.—111 M. = 46.— M. Er zijn geen motieven om hier een zoo belangrijke diluviale beweging aan te nemen en het kleine terrasje zal dus van de Geul afkomstig zijn.

Met de genoemde bosschen in het N.O. begint het groote deltaplateau bezuiden de Geul en bewesten de Gulp. *Gulpen* ligt op den voorgrond. Juist in het Westen zien we den Keiweg Gulpen—Maastricht de helling opstijgen, de horizontale boomenrij aan de kim is de grintweg naar Terlinden en Hoogcruts, die tot aan de laatste hier niet meer zichtbare plaats op het hoofdterras loopt en daarna bij de Belgische grens (Schilberg) den deltarand bestijgt en dan over Senooneluvium verder loopt

Recht bezuiden het punt van uitzicht ziet men nog eens het hoofdterras in zijn typischen geheel vlakken vorm, begrensd door de boomgaarden van Bergheim. De links daarachter gelegen bosschen (Schwijberbosch) loopen op tot het krijtland buiten de delta bij Eperheide (225 M. + A.P.). Op het smalle terrasfragment van dezen Gulperberg is de löss verdwenen.

PANORAMA TE BEK,

1½ K.M. bezuiden Heerlen, op het hoofdterras.

Zie de schetsteekening.

In het Z.W. zien wij een dennenbosch, dat de noordpunt bedekt van een plateau, dat een dunne grintlaag draagt, welke in groeven ten Z.O. van het dennenbosch is ontsloten. Mogelijk is dit grint, dat een basis heeft van 163.00 M. + A.P., nog *pliocen*. Deze mogelijkheid zal verder onbesproken blijven, bij gebrek aan gegevens. De habitus is volkomen analoog aan dien van het grint van Huls, de ligging echter in het geheel niet.

Ter plaatse van het dennenbosch is het grintdek van dit plateau door de erosie verdwenen, die aan de plateau-randen steeds het sterkst het plateau-grint heeft aangetast. Daardoor is de *bruinkoolformatie* te voorschijn gekomen, waarvan hier het zuidelijkste Nederlandsche voorkomen ligt. Het zijn witte zanden, die door een blauwe-vuursteenlaag gekroond worden en geen bruinkool bevatten. Aan witte zandhoopen is reeds van hieruit de groeve te herkennen. De steenen zelve zijn door de ontginning bijna geheel verdwenen.

De huizen recht bezuiden onze standplaats staan eveneens op plateau-grint, dat minstens 6.50 M. dik is, blijkens een putgraving. Langs den *Akerweg* is de basis in het algemeen 135.00 M. + A.P., de weg zelf stijgt

van 148 M. tot 160 M. + A.P. In het Z.O. en O. ligt de voortzetting van dit plateau, dat 155 M. à 160 M. hoog is en de *Mijnen Wilhelmina* (Zuidelijk) en *Carl* (Noordelijk) draagt. Ter plaatse van deze mijnen werd ook bij het graven der schachten de grintdikte bekend, nml. 4 M., resp. 6.60 M., bedekt door 3 M. resp. 10 M. löss. De 20 M. diepe insnijding van de *Caumerbeek* scheidt dat plateaugedeelte van de tong van Bek, waarop wij staan. Benoorden de Mijn Carl ligt de *toren van Schaesberg* op 150 M. + A.P. *Benoorden dezen toren liggen hooge terreinen, met dennen en heide begroeid, welke stijgen tot 160.00 M. + A.P. en vermoedelijk een eiland vormen van ouder grint, temidden van het plateaugrint (het eiland van Nieuwenhagen).*

Bewesten en achter het dennenboseh in het Z.W., tevens achter een dal, dat bij *Benzenrade* begint en waarin de Welterbeek (Geleenbeek) ontspringt, zien we een plateau dat door een steilen rand begrensd wordt, welke met de verschuiving van Benzenrade correspondeert en zich voortzet tot bewesten den toren van *Welten*, die tusschen de boomen in de laagte van het Welterbeekdal verscholen ligt. Het noordelijk deel van dat plateau (achter Welten) heet Welterberg (168.00 M. + A.P.) en eindigt bij Kunrade. Het bestaat uit Kunraderkalksteen, die ook in het dal, dat we vanaf den *molen van Ubagsberg* (217.00 M. + A.P.) op ons toe zien loopen, ontsloten is bij de hoeve Daelhof. Benoorden den molen ligt temidden van huizen en boomen het kerkspitsje van Ubagsberg (185.00 M. + A.P.).

Het eigenaardige van dit plateau is, dat het geen grint draagt maar slechts leem en vuursteen, door verweering van het Krijt ontstaan. *Het vormde dus een eiland in de diluviale delta (het Ubagsberg-eiland)* en in de hoogste punten, onder dezen molen van Ubagsberg (217.00 M. + A.P.) en in het met dennen begroeide heuveltje van Vrouwenheide (212.00 M. + A.P.) bezuiden dien molen, bleef nog een 20 tal meters tertiair zand bewaard, dat ook nog onder den toren van Ubagsberg ligt. Boven op dit tertiaire gele zand ligt op de hooge topjes een dun grintdek, dat plioceen moet zijn (Ubagsberg-eiland).

De laagte die zich voor ons uitbreidt is op zichzelf, afgezien van de insnijding der Welterbeek weder zeer vlak (110 à 120 M. + A.P.) en draagt overal een dek van 3 à 6 M. löss en daaronder 1 à 2 M. grint. Het is blijkbaar een *middenterras van de Geleenbeek, waarop Heerlen* gebouwd is (110.00 M. + A.P. bij den toren) en waarover de weg Heerlen—Ubagsberg heenloopt, alsmede de weg Heerlen—Valkenburg, dien we aan de lange O.W.-boomenreeks achter en benoorden den toren van Welten herkennen.

Westelijk van den Welterberg zet zich het plateau van Ubagsberg schijnbaar met gelijke hoogte voort over Klimmen (138.00 M. + A.P.), waarvan de stompe toren aan den gezichtseinder achter Welten zichtbaar is en dan Noord- en Oostwaarts, zoodat het het geheele dal van Heerlen

schijnbaar omsluit. Dit dal verdient dan ook den naam van *Keteldal*, omdat de noordelijke opening bij Nuth waardoor de beek dezen ketel verlaat, slechts smal is en hier in het geheel niet te bemerken valt.

De Noordelijke punt van het middenterras der Welterbeek of Geleenbeek, die verderop uitsluitend Geleenbeek heet, als zij de Caumerbeek heeft opgenomen, ligt nabij Station Hoensbroek, waar de schoorsteen van een steenfabriek ons opvalt (93.— M. + A.P.) Het bosch op het plateau achter de Mijn Oranje-Nassau ligt ook op het hoofdterras, bij Amstenrade (100.— M. + A.P.).

Kleine, hooggelegen dennenboschjes, achter en beoosten den dubbelen toren van Heerlerheide zichtbaar, zijn grintkopjes die daar boven den löss uitsteken.

Tusschen Heerlen op het middenterras en het hoofdterras-plateau van Amstenrade, daarachter gelegen, komt het dal der Caumerbeek weer te voorschijn, herkenbaar aan de vele populieren bij Hoensbroek.

KURZE ÜBERSICHT IN DEUTSCHER SPRACHE.

In dieser Arbeit wurde Abstand genommen von dem Versuch, die Terrassenablagerungen der Maas mit den Vergletscherungen der Vogesen oder sogar der Alpen und Skandinaviens in Verbindung zu bringen. Veranlassung dazu gab mir die Überzeugung, welche ich nach und nach gewonnen habe, dass es regelmässige Beziehungen zwischen den Terrassen (besonders solche im Unterlauf dieses Flusses) und den Vergletscherungen gar nicht gibt, aber Bodenbewegungen, bisweilen von ziemlich lokaler Natur, in erster Linie als Ursache des Terrassenphänomens zu betrachten sind. Eine Reise entlang der Maas von Holland bis zu den Quellen hat diese Meinung, in welcher ich u.m. mich an OESTREICH und LOHEST anschliesse, bestärkt.

Die Terrassen wurden an und für sich studiert und dargetan, dass in der holländischen Provinz Limburg, wenigstens im südlichen Teil, eine sehr breit und schön entwickelte gut aufgeschlossene und vollständige Terrassensuite vorliegt. In einer Reihe von *Profilen* ist ihre Lage zeichnerisch dargestellt worden in dem Gebiete zwischen Lüttich und Venlo, für welches auch eine *Übersichtskarte* im Masstab 1 : 200000 hergestellt wurde. Zwei von den Profilen (VI und X) laufen dem Flusse parallel von Süden nach Norden, die anderen haben eine mehr oder weniger ostwestliche Richtung.

Es zeigte sich, dass die Gliederung von *Briquet*, dessen Arbeit mir von grossem Nutzen ist gewesen bei der Bildung meiner Ansichten, sich ohne Zwang vereinfachen lässt. In erster Linie wurde dies möglich durch eine sehr grosse Zahl von Basishöhen, Ziffern, welche ich für die verschiedenen Terrassen bekam durch sorgfältiges Sammeln von allen existierenden Brunnen- und Bohrungsergebnissen, nachdem die Mundlöcher mit einem genauen Aneroid bestimmt worden waren. Gerade in diesem Gebiet fehlen leider die Höhengurven auf unseren Generalstabkarten, welche auch nur im Masstab 1 : 50000 und noch nicht in demjenigen von 1 : 25000 erschienen sind. Bei der grossen Ausdehnung des Schottergebiets und der daraus hervorgehenden Länge der Profile war eine zehnmahlige Überhöhung der Schnitte notwendig.

Neben dem *Alluvium* (lediglich als Überschwemmungsgebiet der grössten modernen Hochfluten aufgefasst) und der *Niederterrasse* habe ich nur *eine* weitverbreitete *Mittelterrasse* feststellen können. Sie befindet sich als Sockel unter den Dörfern und Flecken Heer, Amby, Rothem, Elslloo, Beek, Urmond und Geleen auf dem rechten Ufer; unter Herstal, Caberg und Lanaeken auf dem linken Ufer (Profile I, II, IV, VI).

Die Basishöhen, die ich fast überall bestimmen konnte, liegen meistens 4 bis 10 M. über dem Mittelwasser der Maas (M.R. in den Profilen); die Oberflächen-Höhenzahlen sind nicht ausschlaggebend und lediglich von dem Mass der Denudation und der Mächtigkeit des eventuell noch auflagernden Lösses bedingt. Sie bewegen sich zwischen 70 M. und 55 M. + A.P. (A.P. ist praktisch gleich Normalnull und liegt nur 2 M. über dem Belgischen Nullpunkt von Ostende).

Die Hauptterrasse ist definiert als eine Plateau-terrasse und obwohl sie sich (z.T., aber wohl nicht allenthalben, unter tektonischen Einflüssen) in zwei Stufen teilt welche 45 M. bis 30 M. Höhenunterschied haben, so verliert das Gelände doch seinen Plateaucharakter nicht. Höhere Stufen finden sich besonders bei Margraten (Profil VI und I) und beim Ubagsberge unter Bosschenhuizen. Gelände-Abstufungen durch diluviale Bruchlinien verursacht, schon von HOLZAPFEL und BRIQUET beschrieben, sind sicher vorhanden bei Sittard (Kolleberg), Hillensberg und Kerkrade in den Profilen IV, resp. X und I.

Dass Mass der Absenkung kann 40 M. erreichen bei der Sandgewand-Störung. Die zahlreichen Angaben der Steinkohlenbohrungen, welche mir im Gebiete nördlich Heerlen zur Verfügung standen, haben dort die Genauigkeit der Profile vergrößert.

In Profil VI senkt sich die Basis der Hauptterrasse zuerst von 168 M. bis 160 M. (oberste Stufe von Margraten, auch im Profile I klar abgetrennt von den weit tiefer liegenden Kiesen von Cadier); nördlich von Margraten senkt sich das Gelände, vielleicht in Folge von Verwerfungen, und die Kiesbasis senkt sich in gleichem Masse und liegt bei Vilt am Südrand des Geuthals nur noch in + 123 M., um nördlich von diesem Tal nochmals ziemlich regelmässig von + 115 M. auf + 102 M. herabzusinken.

Die oberste Hauptterrassen-Stufe liegt also fast 120 M. über dem Maasspiegel; die untere Stufe, welche bei weitem die allergrösste Verbreitung aufweist, von 70 M. bis 40 M.

Das Plateau dieser Schotter wird von einem *Gebirgsrand* begrenzt, der im Profil VI bei Planck 255 M. — 200 M. = 55 M. und bei Vijlen 260 M. — 200 M. = 60 M. Höhe aufweist. Hinter dem Gebirgsrand folgt abermals ein Plateau, welches vom Aachener Lousberg über Vaals, der südlichen niederländisch—belgischen Grenze entlang über Neuf château nach Froidmont bei Visé und Rocourt reicht, und als „Plateau de Herve“ und „de Hesbaye“ bei den Belgischen Geologen und Geographen bekannt ist. Nur dort wo, südlich von unserer Grenze, die beiden Gebirgsränder des linken und rechten Ufers sich so nähern, dass man beide von einem Standpunkt aus beobachten kann, verliert die Hauptterrasse ihren Plateaucharakter (Profil IX von Rocourt nach Neufchâteau).

Auf dem „Plateau de Herve“ lagert ein mächtiges Feuerstein-eluvium und

bisweilen auch Schotter und Sande, welche wohl sicher prädiluvial sind.

Das gleiche nehme ich an für die Schotter von Huls und Ubagsberg, welche auf einer hochemporragenden Kreide-Insel ruhen, welche sich in der Mitte der Hauptterrasse findet. (Profil I).

Bij Neuenhagen liegt eine zweite Insel älterer Schotter, deren pliocänes Alter nicht so sicher ist, obwohl petrographisch sehr viel dafür spricht.

Bei Catsop unweit Elsloo findet sich eine Hauptterrassen-Insel im Mittelterrassen-Gebiet, bei Welschenheuvel eine Insel (Heksenberg) einer Terrasse, welche vielleicht einer älteren Mittelterrasse entspricht (Profil IV).

Geul und Geleen zeigen auch vereinzelt Mittelterrassen bei Fromberg, resp. bei Heerlen.

Ausnahmsweise fanden sich im Löss des Maastals die grossen Concretionen, welche man bis jetzt nur vom Rheintal kannte aus dem dortigen älteren Löss. Obwohl auch hier der Löss zwischen den Concretionen gut geschichtet ist, lässt sich im Profile keine Zweiteilung begründen. Ich bin ausserdem geneigt mit *Lohest* den Löss des Lüttich-Limburger Maastals als „dépôt de ruissellement“ ohne bestimmtes Alter zu betrachten.

Das Gebiet nördlich der Sandgewand ist für Morphologen nur noch bis Venlo einigermaßen interessant, wie aus Profil X erhellt. Westlich der Maas meine ich begründet zu haben, dass in diesem zwar tiefliegenden Gebiet (+ 37 ist die höchste Erhebung südwestlich von Weert) nur Hauptterrasse vorliegt in einer meistens rein sandigen Ausbildung, abgesehen von ganz schmalen Streifen neben der Maas. Die breite Terrasse, welche in einer Lage von nur 1 bis 6 M. über dem Hochwasser das rechte Ufer begleitet bis zum Hauptterrassenrand vom Echterbosch und vom Elmpeter und Brachter Wald (östlich Roermond, Tegelen und Venlo), muss ich besonders wegen ihrer niedrigen Höhenlage als Niederterrasse betrachten. Damit stimmt auch das frische sogar sehr jugendliche äussere der alten Talfurche, welche man noch bei Maasniel und Echterbosch in dieser Niederterrasse findet.

LIJST VAN PLATEN, KAARTEN EN FIGUREN.

	Pag.
Overzichtskaart der Maasterrassen in Limburg Schaal 1 : 200000	
Profiel I St. Pietersberg—Margraten—Ubagsberg—Kerkrade . . .	
„ II Kesselt—Maastricht—Berg—Valkenburg	
„ III Bunde—Oensel—Amstenrade—Merkelbeek	
„ IV Kempenplateau—Urmond—Kolleberg bij Sittard . . .	
„ V Heerlen—Scherpenseel	
„ VI Planck—Margraten—Vilt—Elsloo	
„ VII Molenbeersel—Echt—Echterbosch door de groote slenk van Weert en Echt	
„ VIII Meyel—Beesel—Elmpt	
„ IX Rocourt—Argenteau—Neufchateau	
„ X Tegelen—Elmptewald—Vlodrop—Echterbosch—Groot- Doenrade bij Sittard	
Schets der Panorama's van uit het Ubagsbergsignaal en te Bek	
Alle met een lengteschaal 1 : 50000 en hoogteschaal 1 : 5000.	

FOTOGRAFIEËN.

Fig. 1. Groot blok in Maasgrint	16
„ 2. Lösskindl van Meerssen	24
„ 3. Löss met lösskindl van Meerssen	25
„ 4. Rand van een terrasafzetting in een groeve bij Rumpen .	36
„ 5. Met hoofdterrasgrint gevulde dolinen in senoonkalksteen bij Margraten	43
„ 6. Pliocene grint te Huls	90
„ 7. „ „ „ „	91
„ 8. „ „ „ „ in de Heide beoosten Rumpen	93



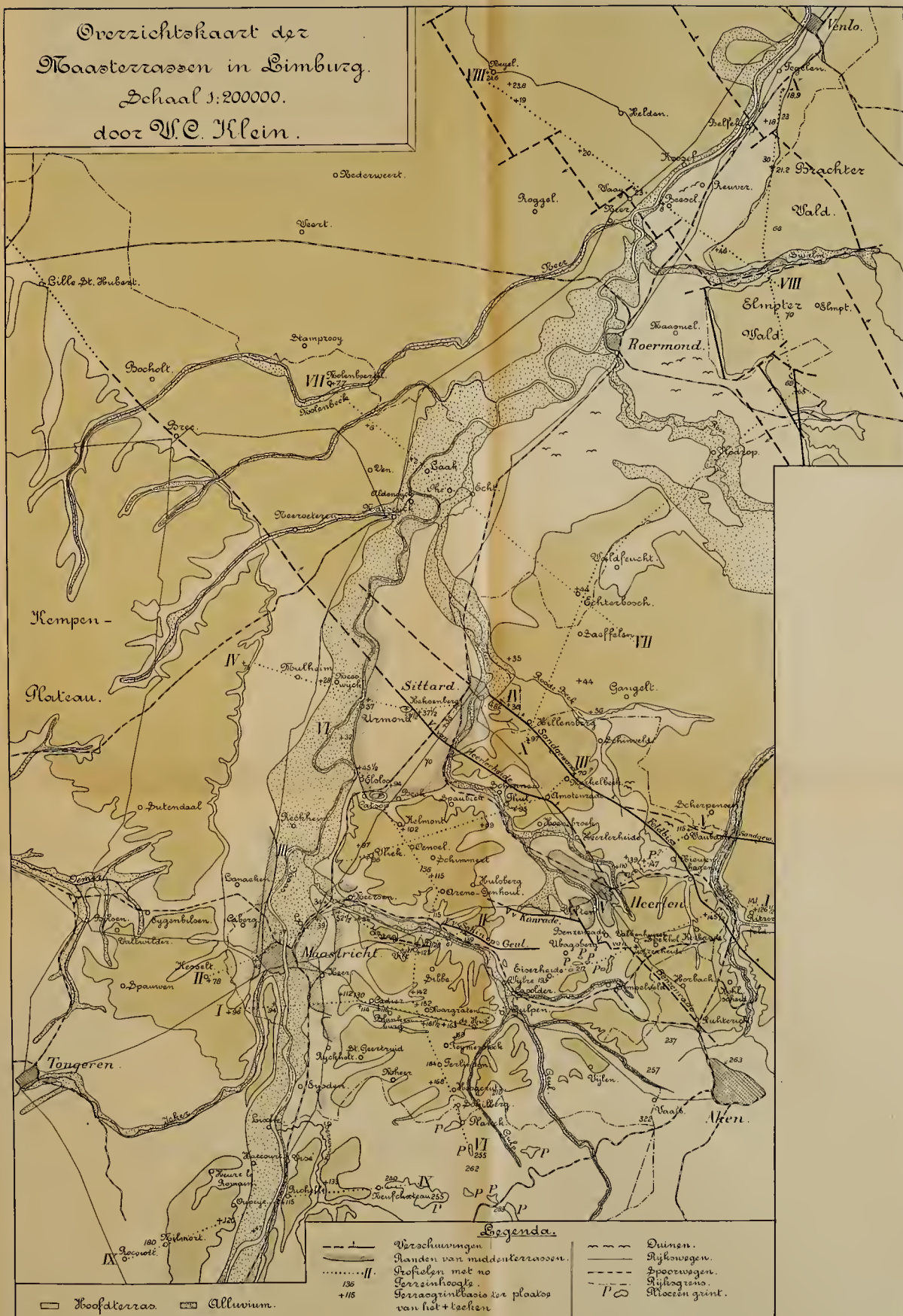
LIJST VAN PLATEN, KAARTEN EN FIGUREN.

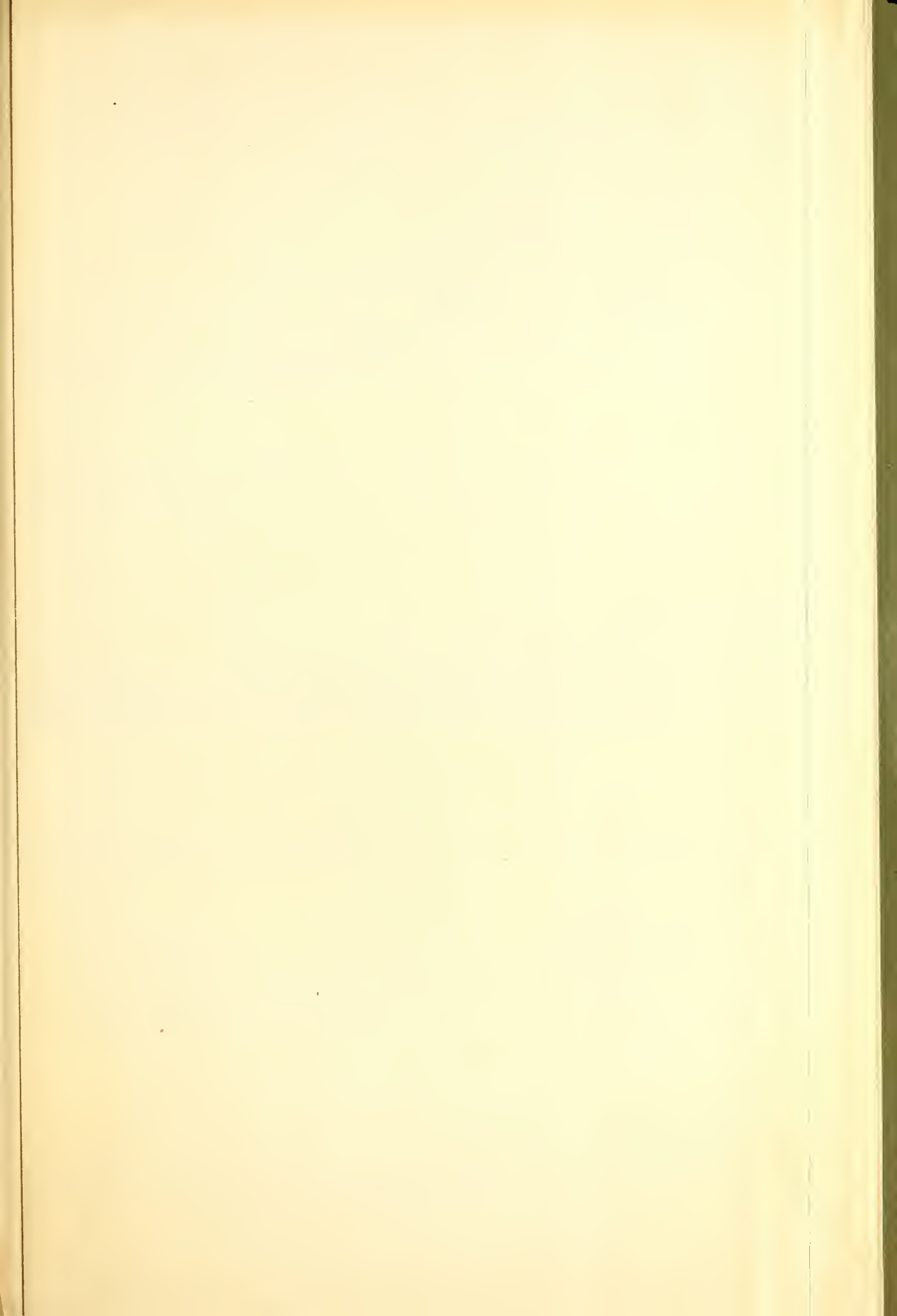
	Pag.
Overzichtskaat der Maasterrassen in Limburg Schaal 1 : 200000	
Profiel I St. Pietersberg—Margraten—Ubagsberg—Kerkrade . . .	
„ II Kesselt—Maastricht—Berg—Valkenburg	
„ III Bunde—Oensel—Amstenrade—Merkelbeek	
„ IV Kempenplateau—Urmond—Kolleberg bij Sittard	
„ V Heerlen—Scherpenseel	
„ VI Planck—Margraten—Vilt—Elsloo	
„ VII Molenbeersel—Echt—Echterbosch door de groote slenk van Weert en Echt	
„ VIII Meyel—Beesel—Elmpt	
„ IX Rocourt—Argenteau—Neufchateau	
„ X Tegelen—Elmptewald—Vlodrop—Echterbosch—Groot- Doenrade bij Sittard	
Schets der Panorama's van uit het Ubagsbergsignaal en te Bek	
Alle met een lengteschaal 1 : 50000 en hoogteschaal 1 : 5000.	

FOTOGRAFIEËN.

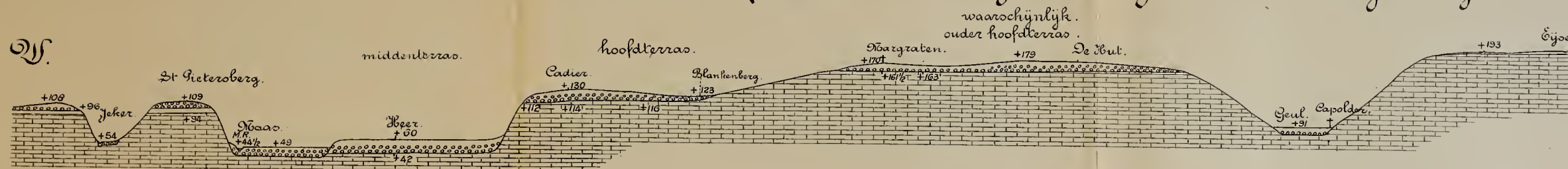
Fig. 1. Groot blok in Maasgrint	16
„ 2. Lösskindl van Meerssen	24
„ 3. Löss met lösskindl van Meerssen	25
„ 4. Rand van een terrasafzetting in een groeve bij Rumpen .	36
„ 5. Met hoofdterrasgrint gevulde dolinen in senoonkalksteen bij Margraten	43
„ 6. Pliocene grint te Huls	90
„ 7. „ „ „ „	91
„ 8. „ „ „ „ in de Heide beoosten Rumpen	93

Overzichtskaart der
Maasterrassen in Limburg.
Schaal 1:200000.
door W.C. Klein.

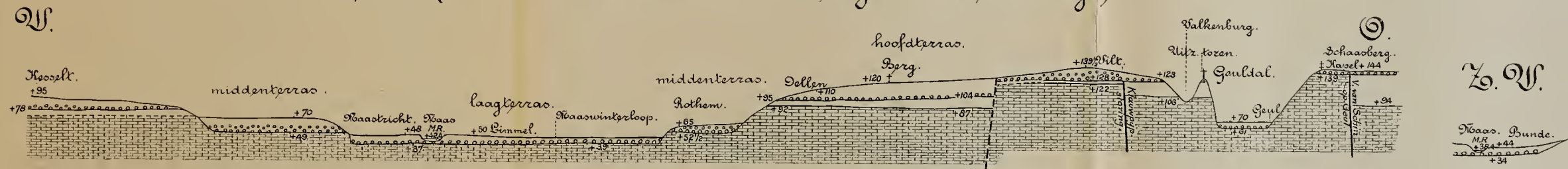




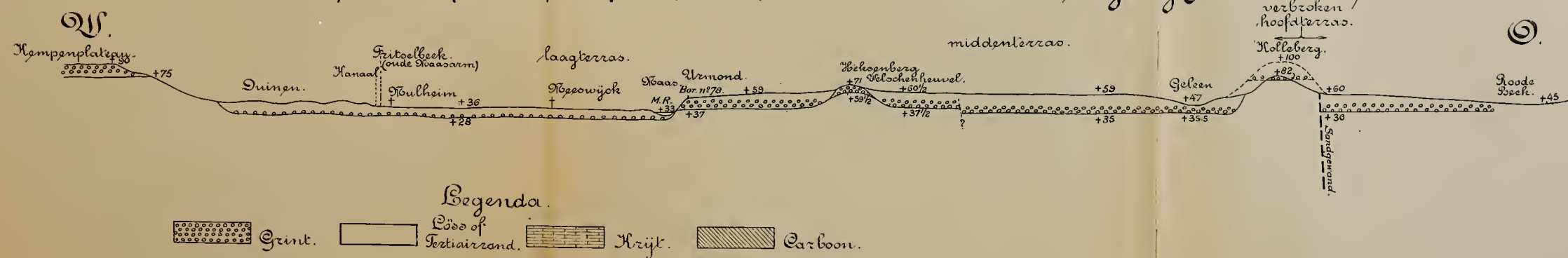
Profiel I (St. Pietersberg - Margraten - Ubagsberg - Ker)



Profiel II (Kesselt - Maastrecht - Berg - Valkenburg.)



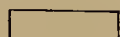
Profiel IV (Kempenplateau - Armond - Kolleberg bij Dikard.)



Legenda.



Grint.



Tertiairzand.

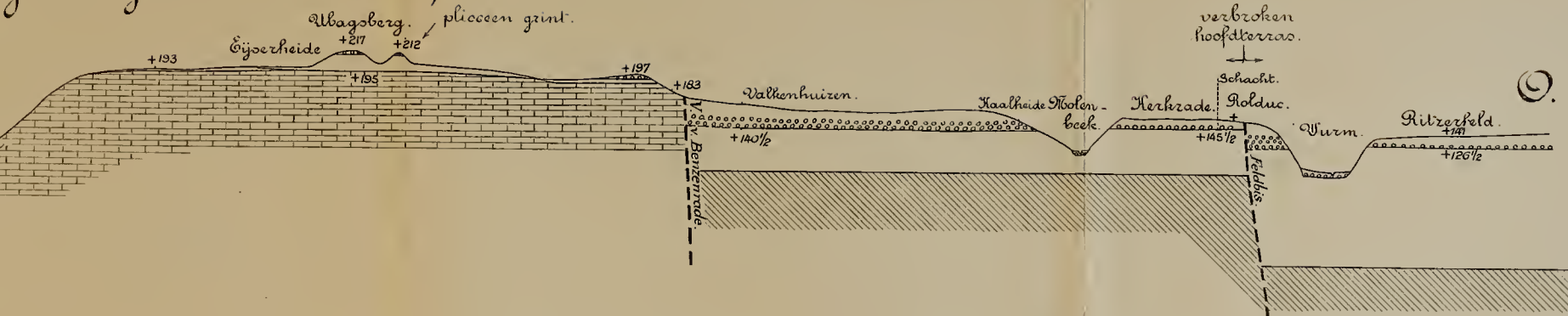


Krijt.

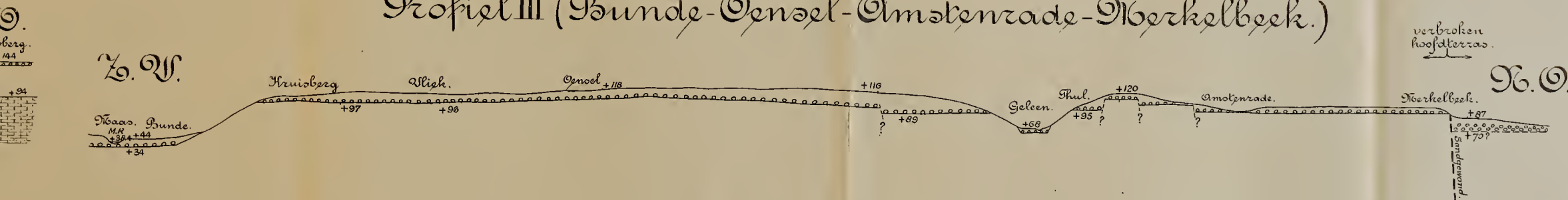


Carboon.

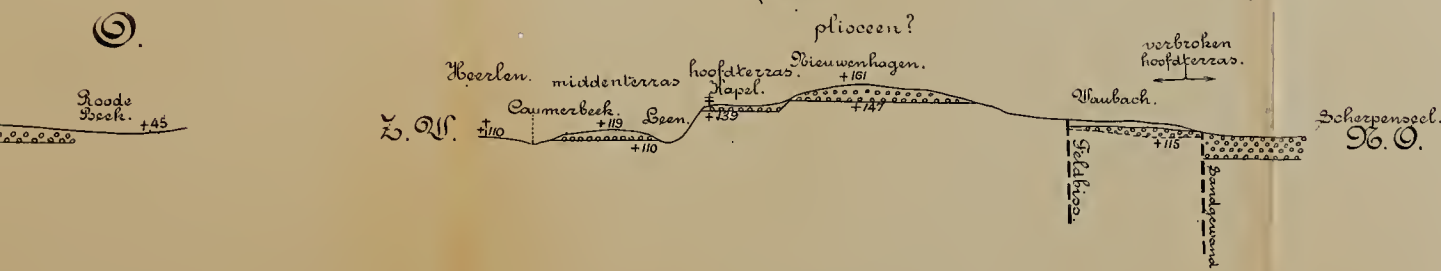
gberg - Kerkzade.)



Profiel III (Bunde - Oenel - Amstenrade - Berkelbeek.)



Profiel V (Beezlen - Scherpenzeel.)





29.

deltazand.

Profiel VI (Planck - Wargraten - Vilt - Elslloo.)

Bois de Vaux.
+255

Planck

Schilberg

+205

Hoogeruts.

+184 Terlinde.

Reymersdijk.

+170 Wargraten.

+162

+152

+142

+143

+144

+145

+146

+147

+148

+149

+150

+151

+152

+153

+154

+155

Knik i/h profiel.

Arenghout

+136

+115

Geul.

+120

+115

+80

Profiel VII (Molenbeersel - Echt - Echterbosch.)

N.W.

door de Grootte Slenk van Veert en Echt.

Molenbeersel.

+32

+7.7

Ven

+6

Maas.

+30 M.R.

Laak

+26

Ore

+27.9

Oude Maas

+31

Echt.

+31

Echterbosch.

+32

Echterbosch

+50

N.

← Tegelen.

laagterras.

Belfeld.

+223/4

+18.3

+23

+18

+30

+21.2

hoofdterras.

Brachter Wald

+66

+46

Swalm.

+30

Elmptier Wald.

+70

+69.22

+65.13

← Peelhorst.

+46

Profiel X (Tegelen - Elmptier Wald - Peelhorst.)

Legenda.



Grint.



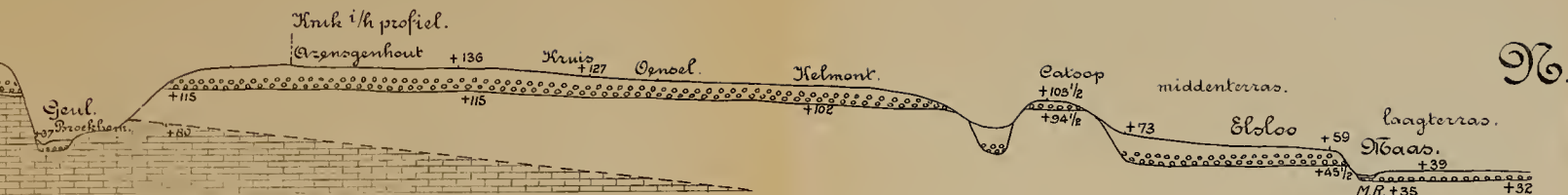
Boas of

tertiarzand.



Krijt.

aten - Vilt - Eloloo.)



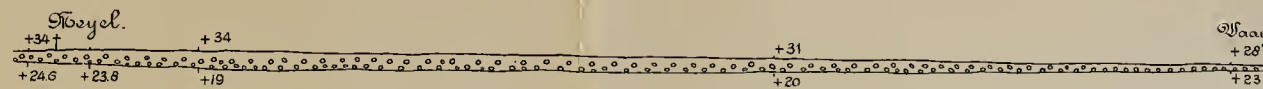
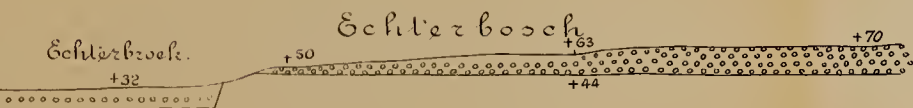
erbosch.)

Echt.

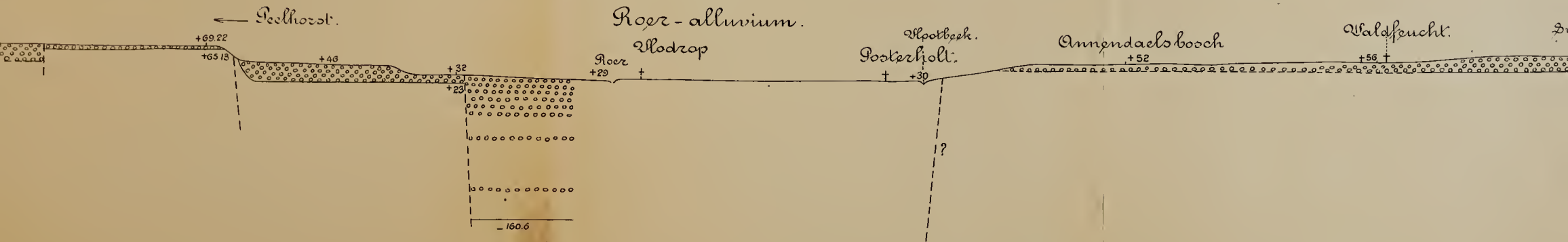
Z.O.

N.W.

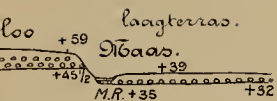
Profiel VIII (Meyel - Po)



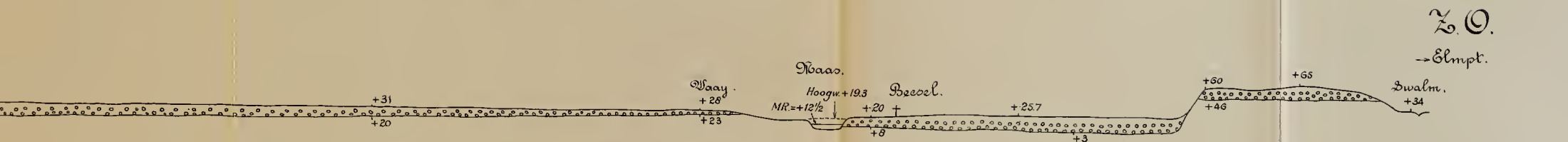
n - Elmpster Wald - Mlodrop - Echterbosch - Groot Doenrade bij Dittard.)



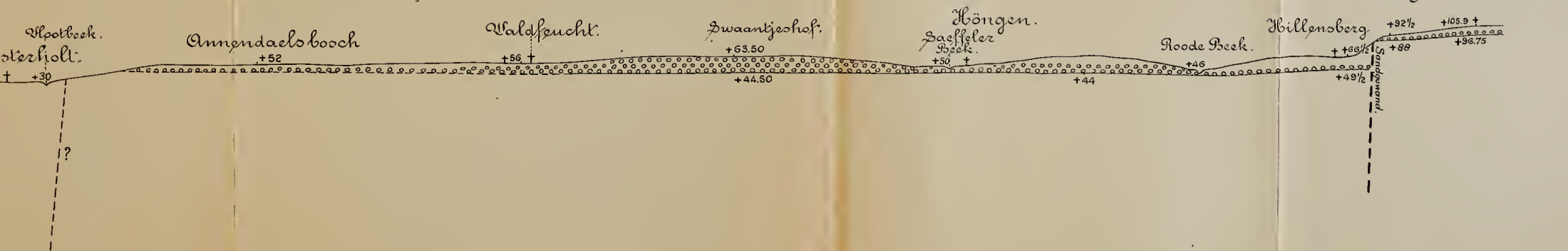
26.

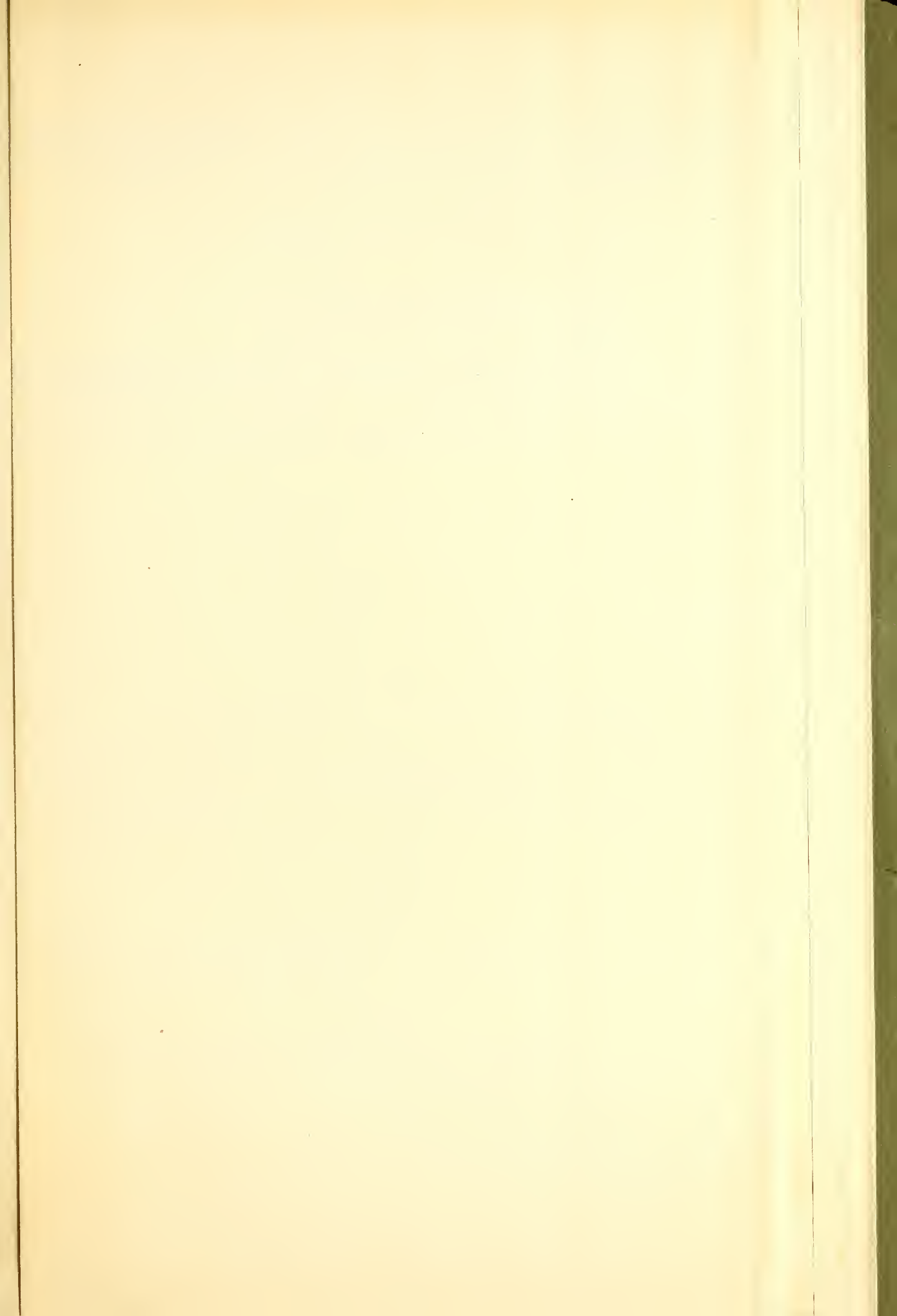


Profiel VIII (Neyel - Beesel - Elmpt.)



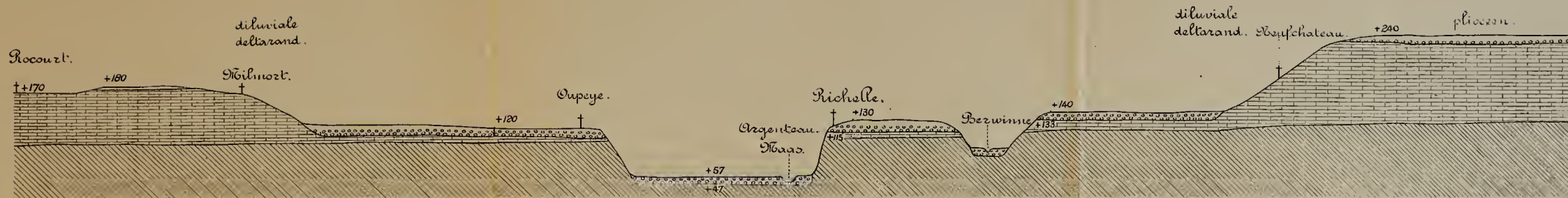
t Doenrade bij Dittard.)





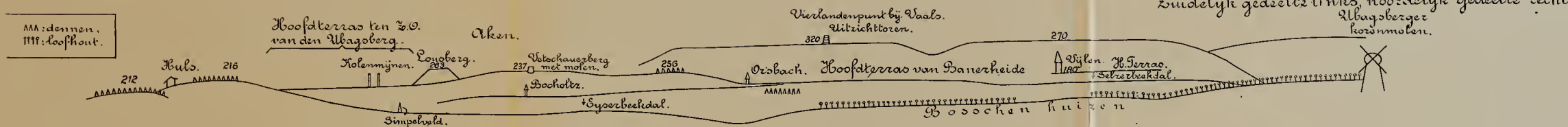
Z. V.

Profiel IX (Rocourt-Argenteau-Neufchâteau.)

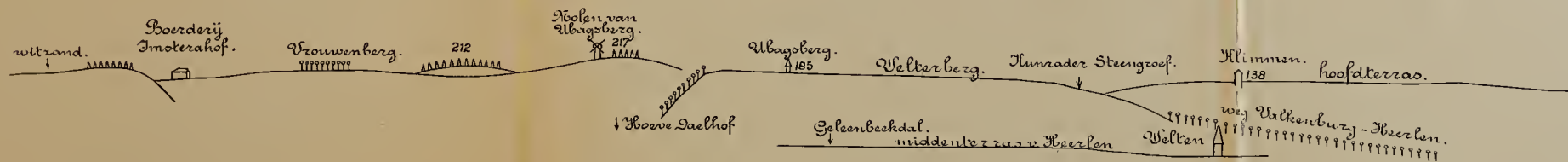


Panorama op den Albagoberg

Zuidelijk gedeelte links, noordelijk gedeelte rechts

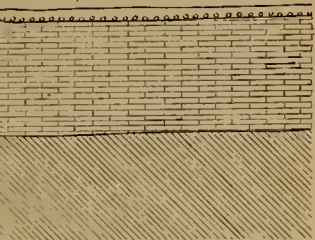


Panorama te Bek bez. Heerlen (op het hoofdterras).



96.0.

pliocen.



Legenda.



Grint.



Loess of
Tertiairzand.



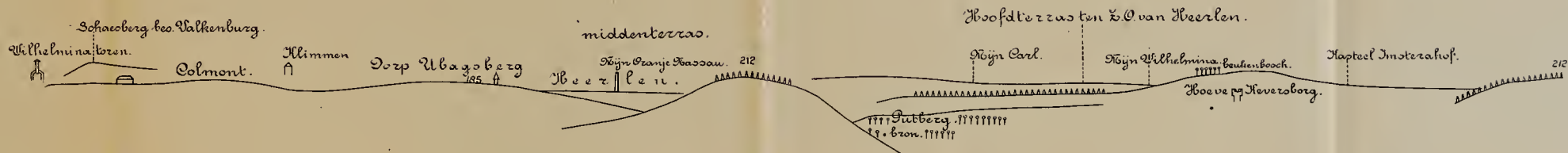
Krijt.



Carboon.

Ubagoberg (217m.+A.P.)

delijk gedeelte rechts.
ger
ken.



Van de Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën verschenen de navolgende stukken:

Mijnbouwkundige serie. Deel I.

EERSTE STUK.

- J. C. F. BUNGE, De Ontwikkeling van het Staatsmijnbedrijf f 1.—
 Mr. W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, De steenkool en de kolenmijnbouw in den modernen tijd, eene technisch-economische studie „ 1.—

TWEEDE STUK.

- J. A. GRUTTERINK, De Santa Barbara Fosfaatmijn op het eiland Curaçao. *)
 „ „ De Fosfaatmarkt. Een technisch-commercieele studie over de behoefte aan de productie en waarde van Fosfaat. *)

DERDE STUK.

- F. T. MESDAG, De goudmijn „Totok”, te Totok, Noord-Celebes. *)

Geologische serie. Deel I.

EERSTE STUK.

- Mr. W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, De huidige stand der Rijksopsporingen naar delfstoffen, voornamelijk de aangevangen onderzoekingen in Westelijk Noord-Brabant en Zeeland. „ 0.75

TWEEDE STUK.

- Dr. R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië „ 10.—

DERDE STUK.

- E. T. NEWTON, On the remains of Ursus Etruscus (= U. Arvernensis) from the Pliocene Deposits of Tegelen sur Meuse. *)

VIERDE STUK.

- Dr. H. G. JONKER, De beteekenis van de kleur der keileem in Nederland. *)

VIJFDE STUK.

- Dr. R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Eerste vervolg „ 1.—

ZESDE STUK.

- C. T. GROOTHOFF, De greisvorming in het Bato-Besie granietmassief (Biliton.)*)

Geologische serie. Deel II.

EERSTE STUK.

- Dr. W. C. KLEIN, Het diluvium langs de Limburgsche Maas „ 2.50

*) Niet afzonderlijk in den handel.

In deze Verhandelingen zullen in de eerste plaats bijdragen tot de kennis van de Geologie van Nederland en Koloniën worden opgenomen. Voorloopig zullen zij op onregelde tijden verschijnen.

Prijs per deel van ongeveer 25 vel druks f 15.—

550
N 284 v
TWEDE STUK.
pt. 2

VERHANDELINGEN

VAN HET

GEOLOGISCH-MIJNBOUWKUNDIG
GENOOTSCHAP

VOOR

NEDERLAND EN KOLONIËN.

GEOLOGISCHE SERIE.

DEEL II, Blz. 113 — 147.

hfr. Dr. C. G. S. SANDBERG. — OVER HET VERBAND TUSSCHEN METAMORPHISME EN TECTONIEK
IN INTENSIEF GEVOUWEN GEBIEDEN, EN DEN TERTIAIREN OUDERDOM DER ALPENGRAANIETEN.

APRIL 1915.

's-GRAVENHAGE — MOUTON & Co. — 1915.

GEOLOGY LIBRARY

JUN 12 1924

B I J D R A G E N

te zenden aan den Secretaris der Redactie-Commissie

Jhr. Dr. C. G. S. SANDBERG,

18 Spruitenboschstraat, Haarlem.

550
N284v
v. 2
pt. 2

UNIVERSITY OF
ILLINOIS LIBRARY
AT URBANA-CHAMPAIGN
GEOLOGY

Geology

OVER HET VERBAND TUSSCHEN METAMORPHISME EN TECTONIEK IN INTENSIEF GEVOUWEN GEBIEDEN, EN DEN TERTIAIREN OUDERDOM DER ALPENGRANIETEN.¹⁾

DOOR

DR. C. G. S. SANDBERG, DR. SC. NAT.

VOORWOORD.

Onder methamorphisme, gelijk dit woord door mij in dit opstel gebezigd zal worden, zal te verstaan zijn, de veranderingen die gesteenten, sedimentaire zoowel als eruptieve, ondergaan hebben na hunne afzetting, onder den invloed van allerlei inwerkingen, afzonderlijk of in vereeniging met elkander, welke niet tot die der verweering zijn terug te brengen.

In 1905 (1) heb ik gemeend, ter verklaring van de verbreiding van het metamorphisme in de Alpen, de volgende stellingen te mogen formuleeren:

- 1^o. De verbreiding van het metamorphisme staat in evenredig verband tot de (diepdoordringende) gebergte-plooiing;
- 2^o. de oorzaak der metamorphose (in de Alpen) zetelt in de diepte, in het binnenste der aarde;
- 3^o. de metamorphoseerende krachten werkten nog gedurende de bergplooiing. En waar deze metamorphose, voor zoover die de sedimentaire strata veranderde, geheel overeenkomt, met die welke voortgebracht wordt door de inwerking van een eruptief magma op sedimentaire strata, bovendien volgens den tegenwoordigen stand der wetenschap eene dergelijke verandering niet met zekerheid terug te brengen is tot de werking van een andere vervormende kracht of krachten, dan die welke hun oorsprong hebben in het vloeibare magma, daar werd ik onvermijdelijk gevoerd tot een verdere conclusie t.w.:
- 4^o. de graniet der Alpen verkeerde gedurende de plooiing, in een nog

¹⁾ Omtrent de discussie over dit in de Clubvergaderingen van de Geologische Sectie behandelde onderwerp zie de Verslagen der Geologische Sectie Den Haag 1914 p. 155 e.v.

niet vasten toestand, oefende daardoor zijn metamorphoseerende werking op de sedimentaire strata uit en werd in ongeconsolideerden toestand mede gevouwen en ter plaatse afgezet.

Waar nu de tijd van afzetting en vastwording (ter plaatse) het eenige criterium is, dat omtrent den ouderdom van een eruptief gesteente beslist, moet dus de graniet der Alpen post-Oligoceen zijn.

DE ONTWIKKELING DER IDEEËN OVER GESTEENTE-METAMORPHOSE OP GROOTE SCHAAL.

Het eigenaardige verschijnsel der metamorphose van groote uitgestrekheden sedimentaire afzettingen in de Alpen en andere gebieden, heeft reeds sedert lang de aandacht der geologen getrokken en even zoolang werd naar de verklaring van dit verschijnsel gezocht.

Neptunisten en Plutonisten. De hevige strijd tusschen de Wernerianen en Huttonianen in de laatste helft der 18de eeuw en het begin der 19de eeuw ging, behalve over het ontstaan van basalt en graniet, ook over den oorsprong van gneiss en kristallijne schiefer.

WERNER's neerslag-theorie, die der Neptunisten, moest plaats maken voor HUTTON's, theorie van het inwendige vuur, die der Plutonisten.

Daarna kwam die der dynamometamorphose.

Dynamometamorphose. Het was de theorie der Dynamometamorphose, welke, onder de eminente leiding van ROSENBUSCH, als een onwederstaanbare overweldiger door de gelederen der wetenschappelijke wereld heendringend, allen aan zich wist te onderwerpen en die geruimen tijd stand vermocht te houden tegen de eerst zwakjes, later sterker opdringende tegenstanders, die haar eindelijk geheel op den achtergrond drongen.

Regionale Metamorphose. Deze ommekeer wordt wel getypeerd in de bekende stelling van P. TERMIER, eens een der vurigste aanhangers van de laatst genoemde theorie, welke luidt: „Les actions dynamiques déforment mais ne transforment point” en „le dynamométamorphisme n'existe pas”; aanvechtbare stellingen, welke komende van die zijde er weder eens op wijzen, hoe bekeerlingen veelal in de bestrijding hunner vroegere overtuiging, licht in het andere uiterste vervallen.

Bekend mag worden geacht, dat deze ommekeer het onvermijdelijke gevolg was van het feit, door verschillende onderzoekers opgemerkt, dat afzettingen in intensief gevouwen streken soms weinig of niet gemetamorphoseerd waren, terwijl in andere streken, weinig of niet gevouwen afzettingen sterk gemetamorphoseerd bleken te zijn.

Zoo geeft TERMIER (2) aan, dat het Karboon van het Briançonnais,

hoewel intens gevouwen en gevoerd boven op de Eogene terreinen, bijna niet gemetamorphoseerd is, evenmin als de daar boven gelegen kalk.

Daarentegen liggen de afzettingen Zuid van de Beladonna-keten en die van het massif van het „Grand Paradis” geheel ongestoord, doch geven zij blijk intens gemetamorphoseerd te zijn.

De Mesozoische en oud-Tertiaire sedimenten aan de Noordzijde der Alpen zijn, als geheel, wel even zoo sterk gevouwen als de Trias- en Jura-gesteenten der „interalpine zone” de „schistes lustrés”; geheel kristallijne typen, zooals die Zuid van het Aar-massif zoo veelvuldig voorkomen, ontbreken hier echter geheel (3).

De Tertiaire schiefers van de Glarner Alpen zijn in hun geheel sterk verstoord....; zij hebben daardoor een transversale schiefering *en het petrografische karakter van paleszoische schiefers* aangenomen, maar van een kristallijne hoedanigheid is geen spoor te ontdekken (4).

Over groote uitgestrektheden in het Mont-Blanc-massif, treft men eene veelvuldige herhaling aan van in dezelfde volgorde elkander afwisselende zonen, van bepaalde petrografische typen. DUPARC en MRAZEC (5) vroegen zich dientengevolge af, „hoe het mogelijk is, dat de druk die, voortdurend op een eruptieve, compacte massa werkte, systematisch zekere zones gneisachtig en pegmatoïde deden worden, andere granitisch deden blijven.” En zij concludeeren dat dynamometamorphose daarvoor géén verklaring geeft, doch dat vorming tijdens den *magmatischen toestand van de graniet*, de eenige mogelijke verklaring geeft.

Meerdere voorbeelden zouden gemakkelijk uit de werken van MICHEL LEVY, LACROIX, LUGEON e. a. aangehaald kunnen worden.

Toen nu de theorie der dynamometamorphose geen steekhoudende verklaring bleek te geven van de verandering der gesteenten en de verbreiding der veranderde zones, begon men alras naar andere verklaringen van het verschijnsel te zoeken.

Gaan wij nu eens in het kort de groote lijnen na, waarlangs de ideeën zich ontwikkeld hebben omtrent het ontstaan van eruptieve gesteenten der Granieten-klasse.

ONTWIKKELING DER IDEEËN OMTRENT DEN OUDERDOM DER GRANIET-GESTEENTEN.

Daaraan onafscheidelijk verbonden, ten deele zelfs doorheen geweven, zijn de opvattingen welke gelden en golden omtrent het ontstaan van gesteente-metamorphose.

Gaan wij terug tot het begin der 2^{de} helft der 18^{de} eeuw, dan vinden wij dat de granieten, hoofdzakelijk op gezag van ABRAHAM GOTTLIEB WERNER, beschouwd worden als de oorspronkelijke afzettingen, door

neerslag ontstaan uit de „oer-zee”. Gneissen, micaschisten, basalten, porphyren en syeniten, volgden in ouderdom op die granieten, eveneens als oorspronkelijke neerslagen (6).

Bijna tot het einde der 18de eeuw, bleef WERNER's zienswijze onaangetast heerschen, behalve op het punt van het ontstaan van basalten.

In 1785 was het JAMES HUTTON die voor het eerst de ideeën van WERNER, omtrent den oorsprong, de wijze van ontstaan en de ouderdom van granieten bestreed, tegenover de neerslag-theorie die van den eruptieven oorsprong plaatste, en daarmee den strijd aanwakkerde die weldra in al zijn felheid zou opklaaien en voor bijna een halve eeuw voortwoeden, tusschen de Neptunisten en de Plutonisten (6).

Volgens HUTTON en zijn volgers, onder wie CHARLES LYELL (6) een voorrang inneemt, was graniet ook niet per se het *oudste* gesteente, en kon het jonger zijn dan de daarboven gelegene gneissen en micaschisten.

In de eerste helft der 18de eeuw ontwikkelt VIRLET D'Aoust (7) de hypothese van het ontstaan van de graniet langs hydro-thermale weg, oppert de stelling dat de „oer-gesteenten” waarschijnlijk niet meer aan het oppervlak der aarde te vinden zijn, en dat zij die als zoodanig aangemerkt worden waarschijnlijk wel reeds tot de „tweede-, derde- enz. formatie” kunnen behooren, ontstaan onder de herhaalde werking der „fusion ignée aqueuse”. SCHEERER en DELESSE in Europa, STERRY-HUNT, DANA en LE CONTE in Amerika, zijn dezelfde gedachte toegedaan. Echter vinden deze gedachten weinig weerklank en de graniet werd en wordt nog door vele geologen als een overblijfsel der oorspronkelijke stollingskorst, of althans als een zeer oud gesteente aangemerkt (8).

Het is MICHEL-LEVY en de Fransche school die sedert 1887 zich krachtig gaan verzetten tegen deze algemeen verspreide idee (9; 10).

In zijn „Origine des terrains cristallins” betoogt hij, dat de kristallijne schievers hun ontstaan danken aan de werking van een granitisch magma, op sedimentaire afzettingen (9). Wel spreekt hij daar nog van oude granieten, doch in zijn latere geschriften (10) stelt hij feitelijk geen grens meer, aan den mogelijken ouderdom van granieten.

E. HAUG (8) werkt M. LEVY's „verterings-theorie”, volgens welke het magma zich, door het in zich opnemen en verteren der omhullende strata uitbreidt en voort dringt, nog verder uit.

Hier staat tegenover dat de Duitsche school, behoudens enkele uitzonderingen, aan den hoogen ouderdom van granieten in het algemeen, tot voor kort geleden nog bleef vasthouden. (11)

Ouderdom der Alpen-granieten. Gaan wij nu na hoe de ideeën zich ontwikkeld hebben omtrent den ouderdom van bepaalde granietmassieven, met name die van de Alpen.

C. SCHMIDT (3) geeft hiervan een overzicht, dat in het hier volgende verwerkt zal worden, met de noodige aanvullingen en toevoegingen.

In 1862 gaf G. VON RATH als zijn oordeel te kennen, dat de graniet-gneiss der Schöllenen later ter plaatse is afgezet (jonger is), dan het Jura-gebergte bij Amstäg, terwijl B. STUDER in '72 over de kalk en gneiss-wig der Mönch en Jungfrau schrijvende zegt, dat het nauwelijks mogelijk is de gevolgtrekking te vermijden, dat de gneiss als een weeke massa het kalkgebergte omwikkeld en bedekt heeft. (3)

E. SUESS en A. HEIM kennen in de Alpen slechts pre-Mezosoische granieten, terwijl C. SCHMIDT in '88 verklaarde, dat het voorkomen van post-Jurasische granieten in de Alpen, niet onmogelijk moest worden geacht. (1888).

E. REYER neemt aan dat de graniet-intrusie voor de Mt. BLANC, in Archeïsch tijd begonnen, in den vorm van „na-stooten” voort ging tot post-Eoceenen tijd. (1888)

W. SALOMON (3) ziet eene groote overeenkomst tusschen de Gotthard-protogine en de Tonaliet van Adamello en neemt voor beiden een Tertiairen ouderdom aan; de Tessiner gneissen en de protogine van den Mt. Blanc zouden daarentegen „zeer oud” zijn. (1899)

A. SAUER (1900) komt tot een pre-Mezosoischen ouderdom voor de gneissen bij Innertkirchen, en H. BÖCKH en Fr. SCHAFERZIK (1902) tot eenen post-Jurasischen voor de kwarts-porfieren der Windgällen. (3)

Volgens G. KLEMM zijn de Tessinergneiss en de Gotthard-protogine identiek en zouden zij minstens post-Jura, waarschijnlijk jong-Tertiair zijn. (3)

E. WEINSCHENK acht de granieten Tertiair te zijn en de gneissen en mica-schisten een produkt van „piëzo-kristallyne” omzetting, terwijl wij zelf, op geheel andere gronden bouwende, tot gelijke conclusie kwamen, (1) omtrent den ouderdom der Alpengranieten.

H. P. CORNELIUS besluit, voor de graniet van het Albigna-Disgracia-massief (12), tot een Tertiairen ouderdom; eindelijk zegt STEINMANN in „Die Bedeutung der jüngere Granite in den Alpen” (Geol. Rundschau IV 1913) „Die letzte grosse Phase positiver Gebirgs-bildung in den Alpen wird gekennzeichnet durch ausgedehnte Injectionen granitischer Natur . . .”. (13)

Heeft dus de idee van een mogelijken Tertiairen (en wellicht nog jongeren) ouderdom van een deel der granieten in de Alpen, sedert 1887 een uitgebreide erkenning gevonden, anders is het met den ouderdom der granieten der zone Mt. Blanc-Aar-St.-Gotthard.

Vóór 1894 golden, en voor een groot aantal geologen gelden nu nog, deze massiven als „oer-gesteenten”.

In laatst vermelde jaar, komen L. DUPARC en E. RITTER (14) (15) op grond van de aanwezigheid van zekere kristallyne conglomeraten, welke zij te Vallorsine ontdekten en P. TERMIER, op grond van gelijksoortige

afzettingen in het massief van de „Grandes-Rousses” (16), tot de conclusie dat de Mt. Blanc graniet pre-Karbonisch is; H. GOLLIEZ en E. RENEVIER (17) ontdekken in datzelfde jaar nog oudere kristallijne conglomeraten in de Dent de Morcles, tengevolge waarvan de ouderdom der Mt. Blanc granieten tot het Archeïsche tijdvak wordt verlegd. In de laatste tijden schijnt de neiging sterker te worden om dien ouderdom weder te verleggen, en wel om dien in het boven-Karboon te plaatsen (persoonlijke mededeeling van den heer ESCHER), eene conclusie waartoe ook de onderzoeken van ESCHER zouden leiden (18).

KÖNIGSBERGER eindelijk drukt zich omtrent deze kwestie aldus uit: (19 p. 527) „Nach meinen, seit 1895 unternommenen Untersuchungen glaube ich, dass der Gotthard-granit wie der Aare-granit als flüssiges Magma in die Sedimente eingedrungen ist, sie teilweise aufgeschmolzen, injiziert und mehr oder weniger intensiv kontaktmetamorph verändert hat. Doch sind diese derart veränderten Sedimente stets praetriadisch. Für Tias oder spätere Ablagerungen ist im Aare, Gotthard und Tessiner Massiv Kontaktmetamorphose *nirgends sicher fest zu stellen, wenn auch manche Erscheinungen scheinbar dafür sprechen*. Wij naderen wellicht al tot de post-Karbonische granieten van Aar-, Gotthard- en Tessiner-massiven.

De bezwaren tegen deze conclusies, zullen in het hier volgende worden behandeld; hier zij volstaan met de vaststelling dat de ouderdom van granieten, voor een steeds grooter wordend aantal geologen, langzamerhand van „Oer-formatie” tot zelfs Tertiair geworden is, en dat die der 1ste Alpine-zone, door hen die nog steeds aan een hoogen ouderdom daarvan vasthouden, toch van oorspronkelijk gesteente tot het boven-Karboon terug is gebracht.

Terloops zij hier opgemerkt dat ook elders de ouderdom dezer gesteenten bezig schijnt eene verjongings-kuur te ondergaan, zoo b. v. in Z. Afrika waar de „oudegranieten” volgens MOLENGRAAF (20) pre-Witwatersrand zouden zijn, volgens ons in 1908, (21), en F. W. PENNY, in 1914, waarbij zich F. H. HATCH e. a. thans aansluiten, waarschijnlijk van post-Pretoria-ouderdom. (22)

Ten slotte zij hier nog vermeld, dat terwijl W. VOLZ (23) de ouderdom der granieten van Sumatra als oud-Paleozoisch aanmerkt en de kristallijne schiefers nog in het Archeïsche stelt en zij ook volgens R. D. M. VERBEEK zeker Paleozoisch zouden zijn, zij volgens A. TOBLER (24) althans ten deele, als Tertiair moeten aangemerkt worden, terwijl laatstelijk W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT (25) de vastwording der Celebes (e. a.) granieten en de door hen gemetamorphoseerde „Oude” schiefers, ook in het Tertiair plaatst.

Is dus een groot aantal der nieuwere onderzoekers tot het besluit gekomen, dat granieten en metamorphe schiefers, eertijds algemeen voor „oerschiefers” gehouden, veel jonger tot zelfs laat-Tertiair kunnen zijn, (11 p. 241)

nog vele geologen plaatsen de kristallijne schiefers en de gneissen, als zoodanig in de „oerformatie”, en bejiveren zich verschillen te ontdekken tusschen de gesteenten der „oerformatie” en die welke daarop in alle opzichten gelijken, (C. SCHMIDT e. a.). Het mag thans echter wel als vaststaand worden beschouwd, dat gneissen en kristallijne schiefers in alle geologische tijdvakken voorkomen, alsook dat die gesteenten niet anders dan gemetamorphoseerde sedimenten en eruptieve gesteenten zijn.

Tot deze conclusie moest men wel geraken, toen in schiefergesteenten karakteristieke fossielen van Silurischen (Graptoliten in het schiereiland van Bergen), van Karbonischen (phylliten flora van de Neder-Tauern), ja van Jurassischen (Belemniten van het Gothard-gebied) en zelfs van Tertiairen ouderdom (in het gebied van den Faulhorn) werden aangetroffen, terwijl toch sommige facies dezer gesteenten petrografisch volkomen overeenkomen, met wat vroeger als „oerschieferformatie” werd aangemerkt.

De vraag rees nu echter, hoe de metamorfose dezer gesteenten en vooral op zulk een groote schaal, te verklaren.

METAMORPHOSE.

Regionale metamorfose. Onder den naam „regionale metamorfose” duidde DAUBRÉE oorspronkelijk aan, zulke veranderingen, welke gesteenten ondergingen, welke *niet* tot die der contact-metamorfose waren terug te brengen.

Langzamerhand is men hieronder gaan verstaan, de veranderingen welke de gesteenten *over groote uitgestrektheden* ondergaan hebben, onder welken invloed of invloeden dan ook, behalve onder die der verweering.

Zoo spreekt men dan nu zelfs ook van „Regionale-contact-metamorfose”, een samengestelde benaming waarvan de begrippen aan de samenstellende deelen te hechten, eigenlijk met elkaar in tegenspraak zijn.

Onder de regionale-metamorfose theorien, zijn dus Hutton's theorie te rangschikken, de Plutonische, en Wermer's, de Neptunische.

Diagenese. GÜMBEL trachtte eene verklaring te geven van deze veranderingen op reusachtige schaal door zijne theorie der diagenese, volgens welke de kristallijne schiefers als, onder hooge temperatuur in de oerzee, veranderde oudste sedimenten worden beschouwd. Het vinden van jong-geologische fossielen in zulke gesteenten maakte echter weldra deze theorie onhoudbaar.

Hydrochemische metamorfose. Verder valt hieronder de hydrochemische theorie van BISSCHOF, die de gesteentenverandering verklaart door

de werking der vadose wateren (van de oppervlakte afkomstig), die op diepere lagen er eene zou zijn, tegengesteld aan die, welke zij aan de oppervlakte uitoefenen. (Verweering).

Terloops zij hier opgemerkt, dat de gedachtengang, welke aan de formuleering en ontwikkeling dezer theorie ten grondslag heeft gelegen, blijkbaar formeel in strijd is met die, welke eene verklaring zoekt te geven van de veranderingen waaraan de minerale opvullingen der ertsaderen, in verticalen zin, onderhevig zijn.

Daar toch wordt, op grond van waarnemingen, aangenomen, dat diezelfde vadose wateren beneden het „niveau hydrostatique” de aard der opvullingen niet meer beïnvloeden kunnen, en dat beneden dat niveau dus de afzettingen in haren oorspronkelijken staat aangetroffen worden.

In dezen groep behoort ook de theorie der dynamometamorphose, welke wij boven reeds bespraken, verder die der piëzo-kristallisatie van WEIN-SCHENCK, die hem leidde tot de conclusie van den Tertiairen ouderdom der alpengranieten, dan de physisch-chemische van C. R. VAN HISE en eindelijk die der regionale metamorphose van P. TERMIER met diens hypothetische „colonnes filtrantes”.

Physisch-chemische metamorphose. VAN HISE (26) stelt dat de metamorphose, onder den invloed van heerschenden druk en temperatuur, op verschillende diepten der aardkorst, verschillend zijn moet. Hij verdeelt de korst, in vertikalen zin, in zones, welke hij, van het oppervlak naar het centrum toegaande, aangeeft met de benamingen:

Zone van Katamorphisme, en Zone van Anamorphisme.

De eerste zone verdeelt hij weder in, de verweerings-zone (belt of weathering) en de daaronder gelegene cementatie-zone (belt of cementation).

Karakteristiek voor de zone van katamorphisme zijn, oxydatie, hydratatie en karbonisatie, welke reacties gepaard gaan met vrij-wording van warmte; verder, dat vormveranderingen in de korst der aarde, breuken en barsten veroorzaken.

De grens van deze zone stelt hij op 10.000 tot 12.000 meter onder het oppervlak der aarde.

Karakteristiek voor de zone van anamorphisme zijn, silicificatie, gepaard met de-karbonisatie, de-hydratatie en re-kristallisatie der gesteenten, welke reacties in het algemeen gepaard gaan met warmte absorbtie. De vormveranderingen in de aardkost, geschieden in deze zone, breukloos (zone of flowage).

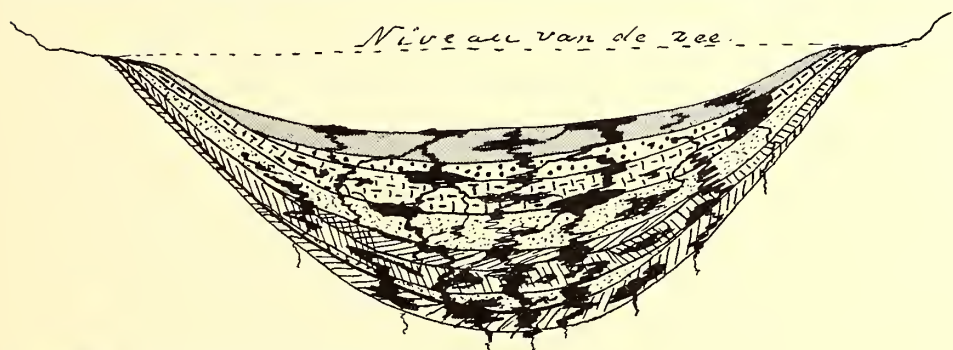
Zijn standaard werk, waarin hij zijne theorie op eminente wijze verwerkt, bevat een bijna onuitputtelijke schat van gegevens. Doch ook hij zag geen verband tusschen den tektonischen bouw van intensief geplooid

gebieden en de wijze van de verbreiding der gesteente veranderingen (metamorphose) (26 p. 158—191, 488—494; 646—649.)

Regionale metamorphose van P. Termier. P. TERMIER (2), welke in zijn strijd tegen de theorie der dynamometamorphisten, verklaart aan de zijde van WEINSCHENCK te kampen, staat in zijne conceptie van het ontstaan en de verbreiding van het verschijnsel, echter geheel en al tegenover zijn medestaander.

TERMIER toch neemt aan, dat het proces der metamorphose geheel en al afgespeeld is in de geosynclinaal, vóórdat de orogenische krachten op de daarin opgehoopte sedimenten werkten.

Hij denkt zich de onderste sedimentaire lagen door de werking van opstijgende vloeistoffen en gassen, van het magma uit de diepste diepten stammend, z.g. minéralisateurs, intens veranderd over de geheele uitgestrektheid der geosynclinaal. En waar hij hier en daar ook de jongere sedimenten, op gelijke wijze als de oude, veranderd erkennen moet, neemt hij ter verklaring daarvan aan, zijne bekende: „colonnes filtrantes venues d'en bas”, welke




 Metamorph veranderd gesteente.

FIG. 1. Schematische voorstelling van het ontstaan en de verbreiding van het metamorfisme, in de Geosynclinaal, volgens de hypothese van P. TERMIER.¹⁾

in de jongere afzettingen doordringend zich daarin grillig en onregelmatig verbreiden, als olie, vlekkelijk poreuze stoffen. Eenige regelmaat in die verbreiding, heeft noch hij, noch een zijner voorgangers of nakomers gezien.

't Is juist daarop, dat ik het eerst de aandacht vestigde.

Wat er dan met dat magma en die mineralisateurs gebeurt, nadat het zijn en hun door TERMIER toebedeelde rol vervuld hebben, wat er dus

¹⁾ Dans les divers terrains, tous concordants et encore sensiblement horizontaux, „... le métamorphisme régional a fait „tache d'huile” ... Mais ... il faut un „apport. C'est „apport je le demande à des colonnes filtrantes venues d'en bas et qui „montent, comme d'une chaudière, du fond de la région centrale du Geosynclinal”.

P. TERMIER. Les schistes cristallines des Alpes occidentales. Conférence faite le 22 août 1903 devant le 9^e Congrès géologique international, à Vienne.

met dat magma en die mineralisateurs gebeurt en hoe zij zich gedragen gedurende de bergvouwing, is al even onverklaard en onverklaarbaar, als het lot dat aan zijn bekende „Traineau écraseur” ten deel gevallen is.

Piëzokontakt metamorphose. E. WEINSCHENCK daarentegen komt, op grond van zijne onderzoekingen en gevolgtrekkingen tot het besluit, dat het verschijnsel der metamorphose in de Alpen, direct terug te voeren is tot de werking, onder hoogen druk, van het granitische magma op de daarboven gelegen sedimentaire lagen.

Dit magma zou zich in nog vloeibaren toestand bevonden moeten hebben, *gedurende* de Tertiaire alpine bergvouwing.

Hij meent dat, waar noch de centrale-alpengranieten, noch de van hen stammende ver in de sedimentaire lagen doorgedrongen aplitische apophyzen, eenig spoor van kataklase vertoonen, het niet aangenomen mag en kan worden, dat zij reeds een vast gesteente vormden vóór de alpenvouwing

Ja, zelfs zou de, de centraalgraniet omgevende, schieferzone van de „Grosz Venediger” in de Hooge Tauern (4) elke aanduiding van kataklase missen.¹⁾

Het eigenaardige abnormale karakter der centralgranieten, zich uitende in een verbrijzeld voorkomen van hare kwarts en veldspaat-bestanddeelen behoeft, volgens WEINSCHENCK, ook volstrekt niet als een bewijs te gelden voor het bestaan hebben van eene dynamische werking, waaraan, na het vastworden, de eruptieve massa werd onderworpen. En het zij hier even opgemerkt, dat voor de juistheid dezer laatst genoemde opvatting mij ook schijnt te spreken, de bekende gebroken hoedanigheid der constitueerende mineralen der Kimberliet van Zuid-Afrika, en daaronder vooral de pyroxeenen, micas en diamanten.

Het staat toch boven allen twijfel vast, dat die verbrijzeling niet het gevolg kan geweest zijn van dynamische krachten, welke het magma na zijne vastwording vouwden. Van vouwing, verbuiging of verwringing dezer diatrema's, is zelfs niet het geringste spoor aanwezig.

De metamorphose in de Alpen zou, naar WEINSCHENCK, slechts verklaarbaar zijn door aan te nemen, dat die werd teweeggebracht door de werking van het nog niet geconsolideerde magma op zijne omgeving, door contact-metamorphose dus, en dat wel onder hoogen druk. Hij noemt dit verschijnsel „piëzo-kristallisatie,” en piëzo-kontakt-metamorphose.

Ook WEINSCHENCK echter zag geen regel in den chaos, geen systeem in de wijze van verbreiding der metamorphose, geen wet, waaraan die verbreiding onderworpen is.

¹⁾ Zie ook (27)

Dynamometamorphose. C. SCHMIDT wil van deze regionale-kontakt-metamorphose en den daaruit voortvloeienden Tertiairen ouderdom van de centrale granieten der Alpen, noch van TERMIER'S „colonnes filtrantes” iets weten.

Hoewel toegevende, dat „das Auftreten post jurassischer Granite in unsern Alpen, prinzipiell kein Ding der Unmöglichkeit sei” (28), vernietigt hij met een breed gebaar de uitingen van allen, die den Tertiairen ouderdom van de Alpen-granieten durven bepleiten, hen niet verwaardigend met eenige serieuze tegenargumenten (3). G. VON RATH, B. STUDER, WEINSCHENCK en zijne leerlingen e. a. en schrijver dezes, worden als geologische speculateurs met enkele woorden afgemaakt.

Van contact- noch van regionale-metamorphose (in den zin van TERMIER) wil hij weten.

SCHMIDT acht het noodig er speciaal op te wijzen, dat het criterium voor het bestaan hebben van dynamo-metamorphose, niet gezocht moet worden in de „deformatie en microbreccien-structuren der gesteentevormende mineralen”. (Hij steunt hiermede HEIM'S theorie omtrent de latente plooibaarheid en breuklooze vouwbaarheid der gesteenten).

En, hoewel hij tevens er uitdrukkelijk op wijst, dat intense plooiing van gesteenten evenmin als een criterium voor het teweegbrengen van dynamo-metamorphose mag worden aangenomen, geraakt hij door eene zonderlinge wijze van argumenteeren tot de slotsom, dat de oorzaak der metamorphose toch gezocht dient te worden in de regionale verandering welke gesteenten ondergaan, onder den invloed van dynamische krachten. ¹⁾ (28)

Nergens heeft ooit iemand één plaatsje hoe klein ook kunnen aanwijzen, waar de door het gesteente ondergane metamorphose, *direct en uitsluitend* aan de werking van dynamische invloeden toegeschreven moet of kan worden.

Had dit wellicht reeds de theorie der dynamometamorphose, als grondslag voor eene mogelijke verklaring van gesteente-ervorming (metamorphose) in sterk gevouwen gebieden, behooren te veroordeelen, het blijkt dat zulks nog steeds bij velen niet het geval is.

Zoo heeft in de laatste tijden F. BECKE (27), met medewerking van F. BERWERTH en U. GRUBEMANN, zich beijverd het bestaan en de werking der dynamo-metamorphose, vast te stellen.

Gelijk WEINSCHENCK opmerkt, wordt de juistheid der theorie in vele gevallen vooropgesteld om, op grond daarvan, bewijzen voor die theorie te vinden!!

¹⁾ Geologie des Simplongebietes. loc. cit. p. 516 „Man muss vor allem die als mechanische Deformationen der Gesteinsgemengtheile erscheinende Eigenthümlichkeiten, die „Deformationen und Mikrobreccien-strukturen” nicht als den Schwerpunkt der dynamischen Metamorphose betrachten”.

Voor de wederlegging van BECKE's stellingen verwijs ik kortheidshalve naar WEINSCHENCK (4. blz. 170—176 en 138—140).

Echter wil ik met een enkel woord de aandacht vestigen op een dier „bewijzen” der aanhangers der dynamo-metamorphose theorie, daar bij sommige verdedigers of wankelenden, dat „bewijs” een machtigen indruk schijnt te maken.

Het heet dan, dat kontakt-metamorphose voornamelijk die mineralen in een sedimentair gesteente doet ontstaan, welke het grootste moleculaire volume bezitten, dynamometamorphose in tegenstelling daarmee, onder den invloed van den grooten druk, juist die welke het kleinste moleculaire volume bezit.

Behalve nu, dat ook deze bewering alweder in strijd is met de feiten, mag er wel eens terdege op gewezen worden, dat vele der meest fanatieke aanhangers der laatstgenoemde theorie, volmondig erkennen dat naar de diepte toe, dat is dus waar de grootste druk aanwezig is, *dynamo-(respect regionale-)metamorphose een steeds groter neiging vertoont, in zijn uitwerking absoluut identiek aan kontakt-metamorphose te worden.* (3) (27).

Hoe of deze beide, volstrekt tegenstrijdige stellingen, met elkander te rijmen zijn, moet aan het vernuft der dynamometamorphisten overgelaten worden.

De vraag, welke mineralen door kontakt-metamorphose in sedimentaire gesteenten te voorschijn zullen worden geroepen, hangt dan ook af van de intensiteit van de plaats gehad hebbende werking, welke laatste alweder afhankelijk is:

- a. van de diepte waarop de werking plaats vond;
- b. van den afstand waarop het gemetamorphoseerde sediment verwijderd was van den verwekker der metamorphose;
- c. van den aard van dien metamorphose-verwekker;
- d. van den aard (samenstelling) van het sediment;
- e. van de meerdere of mindere toegankelijkheid der metamorphoseerende invloeden tot de samenstellende deelen van het betrokken sediment.

Aldus worden onder de werking der kontakt-metamorphose (de magnamorphose), èn mineralen van het kleinste, èn van het grootste en van alle tusschen-liggende moleculaire volumen, in de sedimentaire strata broederlijk naast elkander op natuurlijke wijze gevormd.¹⁾

DE ZONE VAN DE PIERRE À VOIR.

Vóór SCHMIDT was het L. DUPARC (30) welke, naar aanleiding van mijn „Etudes géologiques sur le Massief de la Pierre à Voir (Bas Valais) (1),

¹⁾ Dit blijkt zéér duidelijk uit BECKE (27).

meende krachtig te moeten opkomen, tegen de daarin ontwikkelde stelling van den Tertairen ouderdom der Alpengranieten, een gevolg van die der systematische verbreiding der metamorphe gebieden in de Alpen.

Tot goed begrip der zaak zij hier in het kort samengevat, hoe tot deze van elkaar onafscheidelijke gevolgtrekkingen gekomen moest worden (zie de top. kaart Pl. V en de Zwitserse geologische kaarten over dit gebied en 31).

In het gebied van het Massif „de la Pierre à Voir” bleek, uit het microscopisch onderzoek der gesteenten van de westelijkste Trias-Jurassische synclinaal, (welke tegen de kristallijne Mt. Catogne en zijn verlengde de Mt. Chemin gelegen is,) en die van de Karbonisch-Triassische synclinaal van Zangremont (in het Oostelijk deel van het onderzochte gebied), dat de intensiteit van de metamorphe verandering van een bepaalde gesteente-laag toeneemt, naarmate men zich daarmede beweegt in de richting van de synclinale spil, of kern. (zie fig. 2)

Tevens bleek, dat bij het zich bewegen in de richting van den *anticlinalen* zadel, de metamorphe-gesteente-verandering in intensiteit afneemt.

Zéér duidelijk is de juistheid van deze wet te controleeren, in de genoemde Karbonisch-Triassische synclinaal en de, ten Oosten daaraan grenzende, Karbonisch-Casanna-anticlinaal.

Een prachtige leiband, waarlangs stap voor stap de gesteente veranderingen van een zelfde afzetting gevolgd kan worden, waar, die volgende de mogelijkheid om ongemerkt in een jongere of oudere geologische afzetting te geraken, is uitgesloten, strekt zich uit in het diep uitgesneden dal van de „Bagnes” ten Oosten van Montagnier, bijna vanaf den dalbodem tot hoog in het gebergte.

Over een hoogte van 1500 M. in de dalwand en eene lengte van 15 K.M. over het gebergte heen is de, het onderste Trias dezer streken kenmerkende kwartsiet te volgen, rustende op de ten Westen en Noorden ervan gelegen, typische verkreukelde Karbonische schiefers.

Ook ten Zuiden van het dal van „de Bagnes” zijn deze formaties hoewel niet zoo ononderbroken te volgen, over eene lengte van meer dan 35 K.M.¹⁾

De ten Westen van genoemde kwartsieten gelegen en daaraan aansluitende formatie, wordt op de Zwitserse geologische kaarten 1.100.000 Bladen XVII en XXII en op de mijne 1 : 50.000 aangegeven als Karbon, die ten Oosten daarvan gelegen als „Schistes de Casanna.” Hij die echter voor het eerst een tocht maakt van Chables, in de vallei van Bagnes, naar het Noord-Oosten, zal juist boven Montagnier, in het Karbon, tot zijn verbazing Casanna schiefer aantreffen en zijn weg vervolgende, over de Mont Gond en de Bella-Vaux gaande, (naar Hérémence en Vix in de Val d’Hérémence,)

¹⁾ Zie de kaarten in loc. cit. (1) en de geol. kaart v. Zwitserland 1.100.000 Blatt XXII en XXVII.

midden in het gebied der Cassanna-schiefer, ten Oosten dus van de Trias-Kwartsiet, vergeefs zoeken naar die schiefer. Overal om zich heen ontwaart hij slechts, de intens verkreukelde Karbonschiefer.

En zoo sterk bedriegelijk gelijken deze schiefers in de hooge bergstreken hier op Karboon-schiefer, dat ook de Zwitsersche topograaf, daarin (ten Zuiden van de Bella Vaux-top) een verlaten en geheel ingestorte mijn ontdekkend, niet aarzelde die als een antraciet-mijn te kwalificeeren. Toch bleek het een lood-zilver-mijn te zijn van hetzelfde type als, meer Zuidelijk nog, in duidelijk kenbare Casanna-schiefer aangetroffen worden.

Eerst later, bij een gedetailleerd onderzoek krijgt men de verklaring van deze mistificatie. ¹⁾

Bij Zangremont, ten Noorden van en boven Montagnier gelegen, toch treft men ter weersijden van de Trias-kwartsiet, echte metamorphe Casanna-schiefer aan, sterk gekreukeld (geplissoteerd) als de Karboon-schiefer.

Hoogerop gaande, langs het Westelijk contact der Trias-kwartsiet, ziet men de groene kleur en de harde consistentie der Casanna-schiefer, allengs verdwijnen om gaandeweg plaats te maken voor een donkere, weldra zwarte, harde Karboon-schiefer en eindelijk voor de typische zachte (door verweering), donker-zwarte, matglanzende en weeke Karboon-schiefer, eveneens sterk verkreukeld.

Op zijne schreden terugkomende, iets verder Westelijk nog, treft men het zelfde verschijnsel aan, in omgekeerde volgorde, tot in de vallei van de Bagnes.

Daarna, langs het Oostelijke contact der Trias-kwartsiet opgaand, vindt men weder eerst onmiskenbare Casanna-schiefer, welke weder gaandeweg in echte Karboon-schiefer overgaan, al naarmate men hooger stijgt, dat is, zich verder verwijderd van de synclinale spil.

Boven op de toppen treft men, gelijk boven gezegd, schiefers aan beide zijden van den kwartsiet die macroscopisch niet anders, dan als Karboon-schiefer aangemerkt kunnen worden. Slechts waren de Oostelijk gelegenen, iets harder en vaster.

Boven in het dal van Nendaz (Chateau de Brignon, nabij Beuson ²⁾) gekomen, en daarin afdalende, is het verschijnsel als in het dal „de Bagnes” beschreven, waar te nemen. Waar boven Karboon-schiefer aanstaan, veranderen deze, in de richting van het dal afdalende, gelijdelijk in echte, typische Casanna-schiefer.

Op verschillende andere plaatsen in de Val Ferret, vanaf de lijn Bourg-St. Pierre-l'Amone tot Chippis is langs de Trias-Karbon-zone naar het N.O. gaande, dit verschijnsel waar te nemen.

¹⁾ Antraciet komt gelijk bekend, in de Karbonformatie van het Piere à Voir-massif voor en wordt o.a. nu nog geëxploiteerd *in de dalwand van de Rhône nabij Saxon.*

²⁾ p. 91 (1).

De eerste conclusie, waartoe men op grond dezer waarnemingen moest geraken, was, dat de Casanna-schiefers een gemetamorphoseerd equivalent zijn, althans ten deele ¹⁾, van Karbon-schiefer, een stelling door GERLACH (31) reeds geformuleerd.

Doch bovendien heb ik het eerst, óók nog een andere geleidelijke overgang geconstateerd, met name die tusschen deze Casanna-schiefers en de kwartsieten van het beneden-Trias.

Ik ontdekte dezen overgang, weder in het dal van de Bagnes boven Montagnier, ten Z. W. van Zangremont; later weder op verschillende punten der boven beschreven lijn, Val- Ferret- Chippis. (1) ²⁾

Tevens bleek mij, dat over de geheele zoo juist genoemde zone van de St. Bernard tot Chippis, de metamorphose in de Karboon-Casanna anticlinaal, toeneemt in de richting naar het symetri-vlak (het assen-vlak).

In de synclinaal van MONTAGNIER trof het mij, dat niet alleen de Karbonische leien, doch ook de kwartsiet van het beneden-Trias langzamerhand in Casanna-schiefer overgaan, naarmate men zich van boven op de bergen naar het dal toebeweegt, of m. a. w. *dat deze kwartsieten meer en meer metamorph worden naarmate men nader bij de spil van de Synclinaal, nader bij de oorzaak der metamorphose komt.* ³⁾

Uit de door directe waarnemingen op het terrein vastgestelde feiten, bevestigd door het resultaat der gemaakte microscopische onderzoekingen, blijkt:

1^o. dat in eenzelfde afzetting de metamorphose van het gesteente in de richting der synclinale spil toeneemt, en in de richting van het anticlinale zadel afneemt;

¹⁾ „Ten deele”, daar zeker ook de jongere Trias-kwartsieten tot Cassanna-schiefer, door intensere metamorphose, veranderd werden.

²⁾ Zie mijn „Etudes géologiques etc” (1) p. p. 45 en 102 e.v. en in verband hiermede zie E. ARGAND. L'exploration géologique des Alpes Pennines Centrales. Bull. soc. Vaud. Sc. Nat. XLV 1909 p. 12. Dien geleidelijken overgang toonde ik destijds aan den Heer M. LUGEON, bij Zangremont.

Het heeft mij dan ook wel eenigszins bevreemd te lezen, dat diens ijverigen en genialen medewerker de heer E. ARGAND, vier jaar later (in 1909) de prioriteit dezer ontdekking voor zich opeischt, zonder dat van de zijde des Heeren LUGEON eenige tegenspraak voor zoover mij bekend, daartegen geuit werd.

³⁾ In zijn Traité de Géologie vijfde en laatste editie, (1906) aanvaardt onze groote leermeester, wijlen A. DE LAPPARENT, *deze eene mijner stellingen, t. w. :*

dat de oorzaak der Alpine metamorphose in de diepte zetelt en magmatisch is, en dat de intensiteit dier metamorphosen toeneemt in de richting der synclinalespil en afneemt in de richting van het anticlinale zadel. (Hieruit moet m. i. volgen dat de Alpengranieten een Tertiairen ouderdom hebben.)

A. DE LAPPARENT, Traité de Géologie p. 1945 t. III 5e ed. : 1906.

Voor de wederlegging van den twijfel, geuit door G. A. F. MOLENGRAAFF omtrent de juistheid der waarneming, dat de Karbonische Schiefers zoowel als de Trias-kwartsieten door metamorphose tot Casanna-schiefers vervormd werden, zie men (32).

dat bovendien de metamorphose der constitueerende lagen afneemt, in de richting naar het synclinalen symetrievlak en toeneemt in de richting naar het anticlinalen symetrie-vlak; hieruit volgt onmiddellijk:

2^o. dat de metamorphoseerende kracht zetelt in het binnenste der aarde;

3^o. dat, de mogelijkheid van z. g. dynamometamorphose voor een oogenblik geheel terzijde stellend, er nogthans een evenredig verband bestaat tusschen de intensiteit der metamorphose en die der bergplooingen;

4^o. dat de metamorphoseerende kracht nog werkzaam was tijdens, (wellicht zelfs nog na), de bergplooing van het betrokken gebied.

Slechts door de plooing toch kunnen jongere lagen, en wel door de synclinale plooï, nader tot de metamorphose-verwekker gebracht worden, daardoor intenser gemetamorphoseerd worden, en terzelfder tijd oudere lagen, verder daarvandaan verwijderd worden, daardoor minder sterk gemetamorphoseerd worden.

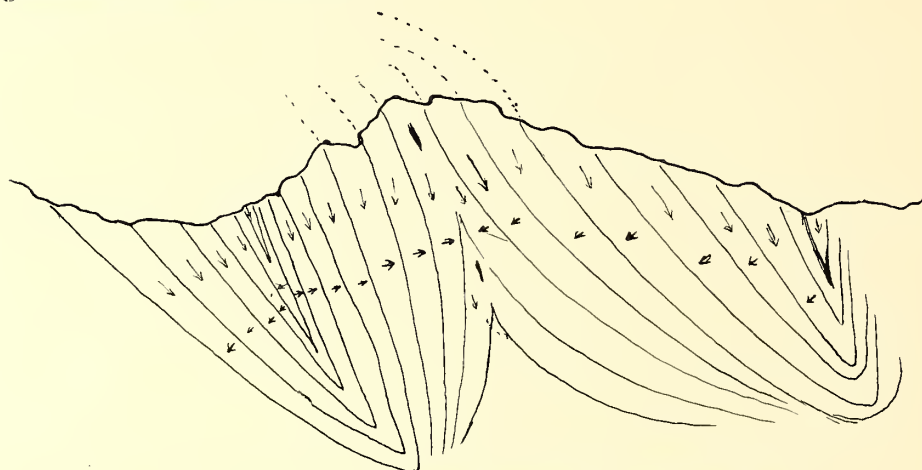


FIG. 2. Richting volgens welke toename der intensiteit van de
→ Methamorphose plaats heeft.

Ik zal deze metamorphose, op grond van hieronder te ontwikkelen redenen aanduiden met het woord **magnamorphose**.

De dynamometamorphose-theorie *kan* van deze verschijnselen geen bevredigende verklaring geven; hiertegenover staat, dat de beide laatste stellingen een direct en logisch gevolg zijn van mijn eerste, welke is de formuleering van een door waarneming vastgesteld feit.

En nu is het wel bijzonder eigenaardig, dat géén mijner bestrijders die eerste stelling zelfs nog heeft trachten aan te tasten. Toch was en is niets eenvoudiger, dan juist de al of niet juistheid van die stelling, *waarmede al mijn verdere betoogen staan of vallen*, na te gaan.

Inplaats van dat te doen echter, neemt C. SCHMIDT, in hetzelfde geschrift, waarin hij mij met het geschetste breede gebaar vernietigt kalm-

weg die stelling over, door onder zijn Fig. 2 (3) ¹⁾ een reeks van 7 synclinalen te noemen en die samen te vatten onder één rubriek nl. die der „*Schiefermulden*”, en daarnaast te plaatsen een andere reeks van de 6 daar tusschen gelegen anticlinalen en die samen te vatten als „*Gneissantiklinalen*” ²⁾

Inplaats van dat te doen, waardoor alsdan verdere wederlegging onnoodig zou zijn geworden, bestrijdt de heer DUPARC al evenmin deze, gemakkelijk te verifiëren of te repudieeren, hoofdstelling.

Pre-Carbonische en andere Conglomeraten. Zijn uitgebreide critiek geldt alléén de „side-issues” der door mij geformuleerde stellingen en daaronder vooral de kwestie van zekere, in het Mont-Blanc massief gelegene, anté-Karbonische, Karbonische en post-Triassische conglomeraten, welke, volgens DUPARC, gééne metamorphe verandering sedert hunne afzetting, zouden hebben ondergaan.

Deze conglomeraten nu zijn opgebouwd, afgezien van eenige elementen van „detritieken oorsprong”, die in ondergeschikte hoeveelheid in sommige daarvan gevonden zouden zijn, hoofdzakelijk uit dezelfde kristallijne gesteenten, eruptieve en andere, als die welke de wanden vormen van de ingesloten synclinaal.

Men heeft hieruit geconcludeerd, dat die conglomeraten afkomstig zijn van de verweering dier wanden en gemeend daaruit als eene onvermijdelijke gevolgtrekking te moeten afleiden, dat de aangrenzende eruptief massas gelijk wij die, wat hun textuur, structuur, mineralogische samenstelling en physische hoedanigheid betreft, thans daar ter plaatse aantreffen, het materiaal voor deze conglomeraten leverden en dat die massieven *dus* voor-Karbonisch *moeten* zijn.

De oudsten dezer conglomeraten nu, rusten op gneis, zijn gelegen tusschen mica schistes en groene hoornsteenen en worden overdekt door gesteenten, die over eene diepte van meerdere honderden meters, sterk gemetamorphoseerd zijn. Hun *bindmiddel* is zelfs geheel kristallijn geworden. Zij zelve *moeten* dus ook eene intense metamorphe verandering hebben ondergaan, zoodat men omtrent hunne oorspronkelijke samenstelling niets meer met eenigen schijn van zekerheid zeggen *kàn*.

Deze conclusie schijnt mij redelijker wijze, onaantastbaar.

Bovendien wijzen DUPARC en MRASEC er herhaaldelijk op, dat zoowel de pre-Karbonische gesteenten, als die van het Karbonische conglomeraat en eindelijk het Trias daarboven, bewijzen geven, *aan sterke*

¹⁾ Loc. cit. fig. 1 en 2.

²⁾ Uit het voorgaande volgt toch direct, dat in intensief gevouwen gebieden de jongere lagen tot schiefers vervormd zullen worden in de synclinale kernen, terwijl de gneissen in de anticlinale wortels gelokaliseerd zullen zijn.

dynamische invloeden bloot gesteld te zijn geweest, (vide DUPARC, RENEVIER, GOLLIES e. a.)

Als men nu daarbij bedenkt, dat deze Heeren vurige belijders zijn van de *dynamometamorphose-theorie*, dan wordt het toch bijzonder moeilijk verklaarbaar, hoe juist deze zelfde DUPARC de bewering dat de gesteenten dier conglomeraten geheel metamorph, dus veranderd moeten zijn, nog kan aanvechten.¹⁾

Nog eigenaardiger worden de redeneering en de conclusies van Duparc en andere aanhangers van den pre-Karbonischen ouderdom der centraal granieten, wanneer men de geaardheid nagaat, van soortgelijke conglomeraten en van het daaronderliggende graniet-gesteente, in andere deelen van de Alpen.

Weinschenck nu geeft aan (4 p 68 Bd I) in zijn meer gemeld werk, dat het Ramach-conglomeraat in het Neder-Tauern, direct boven op het graniet ligt, en dat daarin ook graniet-rolsteenen voorkomen.

Echter zijn de graniet der rolsteenen en die van het daaronderliggende aanstaande gesteente, aan elkander geheel vreemde gesteenten vormen.

Toch moeten deze rolsteenen van het aanstaande gesteente afkomstig heeten; anders toch zou de geheele theorie van den pre-Karbonischen ouderdom der Alpen-granieten teloor kunnen gaan.

En daarom wordt nu hier aangenomen, dat het aanstaande gesteente wel door die dynamometamorphose veranderd is, terwijl voor de onder gelijke omstandigheden verkeerdt hebbende Mt. Blanc graniet, deze idee als heiligschennis gebannen wordt. Het zachte bind-middel van het conglomeraat verhinderde hier, dat de rolsteenen een *gelijksoortige* verandering ondergingen als de gedynamometamorphoseerde moeder-granieten! In de Mt. Blanc conglomeraten was dat bindmiddel evenzoo complaisant, werd zelve kristallijn, terwijl bovendien nu de moeder-graniet daar, aan de verlokkingen der dynamometamorphose weerstand geboden zou moeten hebben.²⁾

¹⁾ Als dynamo-metamorphist moet DUPARC aannemen, gelijk hij ook doet, dat de graniet der „oer-massieven”, na hare vastwording, gemetamorphoseerd werd, bij de latere bergplooingen. Zijn de rolsteenen van het conglomeraat identiek aan die granieten, dan volgt daaruit dat ook zij, sedert hunne afzetting een metamorphose hebben moeten ondergaan! Tegen deze mijn stelling komt DUPARC echter heftig op. Op mijn vraag, welke grootte de deeltjes moeten hebben gehad om niet meer als „bindmiddel” te worden aangemerkt, wacht ik nog steeds het antwoord. Daar juist DUPARC verklaart dat „het bindmiddel kristallijn *is geworden*”, dus wel een metamorphose heeft ondergaan, volgt daaruit als vanzelf de vraag welk volume de samenstellende deelen van het conglomeraat gehad moeten hebben om aan de metamorphose te hebben kunnen ontsnappen.

²⁾ Hoe wij de kwestie ook beschouwen, steeds schijnen de conclusies van H. H. DUPARC en zijne medestanders, in strijd te komen met hun eigen grondslagen. Nemen wij, argumentshalve, eens voor een oogenblik aan dat de groote elementen der conglomeraten, *niet* metamorph veranderd werden.

Zij zijn, volgens hen, identiek aan de aanstaande granieten. Deze werden echter *sedert* zij het *materiaal voor die conglomeraten* leverden, volgens DUPARC wél (dynamisch-) gemetamorphoseerd. Hoe dan kunnen zij nu nog daaraan identiek zijn gebleven?

Men ziet op welke eigenaardige kronkelwegen men de logica moet voeren, om de stelling van den pre-Karbonischen ouderdom der Mt. Blanc-granieten, te kunnen handhaven.

Het moet dan ook boven alle twijfel verheven worden geacht, dat de elementen waaruit deze conglomeraten bestaan, door welke oorzaak of oorzaken dan ook, sterk gemetamorphoseerd zijn, sedert hunne afzetting. En indien het dan waar is, (wat Dupare e. a. op grond van *hunne* waarnemingen meenden te kunnen vaststellen) dat die gesteenten thans hetzelfde karakter vertoonen als de kristallijne en eruptieve gesteenten, waartusschen zij synclinaalsgewijze zijn besloten, dan is m. i. alweder de eenige mogelijke conclusie deze, dat de hen insluitende gesteenten op dezelfde wijze gemetamorphoseerd werden, als de van hen afkomstige elementen dier conglomeraten, ieder naar hun oorspronkelijken aard.

Van twee dingen één t. w. of die conglomeraat-bestanddeelen, welke thans hetzelfde karakter vertoonen als de kristallijne en eruptieve gesteenten waartusschen zij synclinaatsgewijze zijn besloten, werden op gelijke wijze gemetamorphoseerd als de moeder-gesteenten, of die elementen zijn niet afkomstig van de thans aanstaande gesteenten, waarmede eenigen een opvallende gelijkenis vertoonen. Een derde mogelijkheid is eindelijk nog, dat de constitueerende bestanddeelen van die conglomeraten slechts *gedeeltelijk, een soortgelijk karakter*, vertoonen als de insluitende aanstaande gesteenten, en dat zij daarmede *niet* identiek zijn.

Eens vooral dient duidelijk vastgesteld te worden, dat de tot nog toe vrij algemeen aangenomen conclusie, gegrond op de zoogenaamde gelijk- en gelijkvormige samenstelling van de conglomeraten en de haar insluitende eruptieve gesteentemassa's, *onjuist* is en dat de conclusies, waartoe zij de aanhangers van den pre-Karbonischen ouderdom van de Mt. Blanc (en andere alpine granieten) *op die gronden* leidden, dus absoluut valsch *moeten* zijn.

MAGMAMORPHOSE.

Welke is nu de aard dezer metamorphose; is zij eene regionale (in den zin van TERMIER), een dynamische, of eindelijk eene contact-metamorphe (in den zin van MICHEL-LÉVY en LACROIX en WEINSCHENCK). (Magma-morphose.)

P. Termier e.a. De regionale metamorphose van TERMIER en die van MICHEL LÉVY, LACROIX en WEINSCHENCK hebben allen dit met elkaar gemeen, dat de oorzaak ervan gezocht wordt in de aanwezigheid van een diepliggend, met mineralisateurs overbezwangerd magma, dat tot op grooten afstand van zijn eigenlijk contact, aan gesteenten eene metamorphose kan doen ondergaan, welke in alle opzichten overeenkomt met die, welke aan zijn eigenlijk contact *waar te nemen is, en waargenomen wordt*.

Toch kunnen wij over de theorie van TERMIER het non-possumus uit-

spreken, daar zij met hare „colonnes filtrantes faisant tâche d'huile” van de idee uitgaat, dat de metamorphose op onregelmatige en „toevallige wijze” zich verbreidt heeft; zij dus in strijd is met de feiten, aangezien op het terrein een regelmaat in die verbreiding duidelijk aan den dag treedt. Die regelmaat is niet meer te lochenen.

Reeds op de oudere geologische kaarten toch, als die van Gerlach, hoewel samengesteld in een tijd, toen gansch andere theorieën en voorstellingen golden omtrent het ontstaan en den innerlijken bouw der Alpen, is dit duidelijk uitgedrukt (31).

Men ziet er, om slechts enkele te noemen, de zone der post-Triassische „schistes lustrés” de zone der Karbon-Triassische „schistes de casanna”, de zone der amphibolieten van Ivrea, allen evenwijdig aan de plooien der herkenbare Jura, Trias en Karbonafzettingen, zich uitstrekken over de geheele breedte en lengte der westelijke Alpen.

En thans, nu eene gansch andere voorstelling geldt van den innerlijken bouw der Alpen, thans zien wij, dat deze eigenaardigheid zich volkomen handhaaft en dat de schistes lustrés gelocaliseerd zijn in de synclinaalkernen van Val-Ferret-Sion-Visp-Arga (32) (tusschen de dekbladen III en IV); in de synclinaal kernen van Antrona die de „zone du Combin” bevat en de synclinaal van Alagna.

In de synclinaalkernen die de dekbladen I, II en III scheiden (Antigorio, Lebendun, Mt. Leone).

De casannaschiefer en de gneissen daarentegen, zijn gelocaliseerd in de dekbladen I, II, III, IV, V en VI, terwijl in het Zuidwestelijk deel van het dekblad der Dt. Blanche, zelfs Arola graniet voorkomt. (33).

Dit zijn allen wortels van anticlinalen.

In alle opzichten gedragen de gesteentenveranderingen zich dus geheel overeenkomstig de boven geformuleerde wet, omtrent de verbreiding van het metamorphisme.

Eene bevestiging van deze feiten is, gelijk ik vroeger reeds opmerkte, (35) ook te vinden in de tectonische kaart, welke het werk van A. STELLA over het gebied van Ossola en Simplon (36) vergezelt en in de nota's van LUGEON en ARGAND aan de Ac. Sc. te Parijs d.d. 15 en 29 Juni 1905, en eindelijk in de laatste publicaties van ARGAND (33).

En scheen het tot nog toe nog eenigermate onverklaarbaar, waarom in de Penninische Alpen de intensiteit van het metamorphisme van het Westen naar het Oosten toeneemt, thans komt ARGAND met een eenvoudige en alleszins aanneembare verklaring van dit verschijnsel.

Hij heeft nl. vastgesteld, dat de richting van de assen der plooien, van het Westen naar het Oosten eene stijgende is. Dat wil dus zeggen, dat van het Westen naar het Oosten gaande, de metamorphoseerende bron, nader aan de oppervlakte komt.

H. P. Cornelius. Eindelijk zij hier verwezen naar de publicaties van H. P. CORNELIUS (37) en daarvan vooral de bladz. 383 en 384 van zijne petrographische Untersuchungen in den Bergen Zwischen Septimer und Julier-pasz.

(Gelijk bekend komt CORNELIUS in zijne studie van het, aan bovenvermeld gebied aansluitende Albigna-Disgracia-massief (12), tot de onafwijkbare conclusie, dat in dit gebied, de graniet Tertiair is).

Uit het boven aangevoerde schijnt het dan ook, dat wij zullen mogen concludeeren tot de juistheid der eerste der boven geformuleerde stellingen, t.w. dat de verbreiding en de intensiteit van het metamorphisme, in een evenredig verband staan tot de bergvouwing.

Komen wij thans terug tot de vraag, waaraan dat metamorphisme is toe te schrijven, d.w.z. of die intensieve gesteente-verandering een gevolg is van dynamometamorphose, TERMIER's regionale metamorphose, of dat zij aan de directe werking van het magma, in nog ongeconsolideerden staat, (contact of piëzo-contact-metamorphose), nog gedurende de bergvouwing haar aanzien dankt.

Magmamorphose. En dan kunnen wij, gelijk boven reeds bleek, direct de aanname der twee eerst genoemde hypothetische oorzaken, als niet steekhoudend ter zijde stellen.

Des te opmerkelijker is daarom, dat de eerstgenoemde hypothese, die zich feitelijk nooit heeft kunnen verheffen boven den status van een „Working hypothesis”; die bovendien als zoodanig onhoudbaar is gebleken te zijn, doordat zij telkens in flagranten strijd komt met de waarnemingen op het terrein; waarvan men nooit experimenteel de grondslagen waarop zij heet te berusten, heeft kunnen aannemelijk maken; dat deze hypothese nog steeds zulke en zoovele warme aanhangers telt, die haar eenvoudig als een beproefd feit aannemen.

Voor een groot deel moet dit wellicht verklaard worden uit de suggestie, die er van een grooten naam, ROSENBUSCH, onwederstaanbaar, uitgaat.

Tegenover deze, nog steeds *hypothetische* kracht waarvan de werking theoretisch „bewezen” (?) heet te zijn geworden, staat een andere, *eene reële*, eene waarvan de werking *in hare gevolgen is waargenomen en nauwkeurig geverifieerd*.

Dat is de werking van het nog ongeconsolideerde magma (granitische magma), op sedimentaire lagen en eruptief gesteente.

Het mag toch zeker voldoende geacht worden, te volstaan met eene verwijzing naar de geschriften van eenigen, onder de velen serieuze opmerkers.

Michel Levy, Barrois, e. a. M. LEVY haalt op blz. 22 van zijn „Contribution à l'étude du granite de Flamenville” aan, sprekende over *de Fransche*

granietmassieven, dat BARROIS in Bretagne heeft kunnen vast stellen, dat het granitische magma „geheele streken van pre-Kambrische schisten veranderd heeft in *gneiss*”; op blz. 10, dat basische schisten veranderd zijn in *microgranieten*, op het contact der Flamenville granieten enz. enz., terwijl hier geen spoor van dynamometamorphisme te bekennen valt.

Reeds vroeger in 1887 (9) had deze zelfde geleerde tot de waarschijnlijkheid van een dergelijk proces geconcludeerd.¹⁾

Verder meldt P. TERMIER (38), in zijn „Le granite de la Haya ou des Trois-Couronnes (Pays Basques)” op blz. 15, dat „les schistes paléozoïque sont devenus une cornéenne micacée, plus ou moins riche en orthose. . . . bij het contact van eenige apophysen van graniet. (Zie ook bl. 17).

C. Schmidt. Hoogst eigenaardig is bovendien de verklaring van SCHMIDT, dynamo-metamorphist tot elken prijs, dat „während geologisch die Erscheinungen der „Dynamo-metamorphose” von denjenigen der in ihrer mannigfachen Gestaltung klar erkannten „Kontaktmetamorphose” *prinzipiell* zu sondern sind, *verschwinden in der Natur die Unterschiede zwischen solche kristallinen Schiefern die „dynamometamorph” sein sollen und solchen die man seit Alters als „regional metamorph” bezeichnet hat*; ja es wird nicht mit Unrecht behauptet dasz zwischen beiden keine Unterschiede gefunden werden könnten. Die Erfahrung hat fernerhin gezeigt dass in Fällen wo die *Conditio sine qua non* der Kontaktmetamorphose erfüllt ist die umgewandelten Sedimenten, in Mineralbestand und Struktur gar manche convergenz Erscheinungen zeigen mit Gesteinen die wir als regional- oder als dynamo-metamorph bezeichnen, da wo ein veränderndes Eruptivgestein sich nicht nachweisen lässt!!

Welker langer Rede, kurzer Sinn zeker wel aldus mag wedergegeven worden:

In hunne uitwerking zijn de zoogenaamde dynamometamorphose en kontakt-metamorphose somwijlen identiek.

F. Becke, U. Grubemann, e. a. Ook BECKE, GRUBEMANN e. a. zeggen, evenals MICHEL LÉVY en anderen: En profondeur le dynamométamorphisme (métamorphisme régional) se confond avec le métamorphisme de contact (39).²⁾

Gemakkelijk zou het zijn deze voorbeelden ad libitum te vermeerderen; wij mogen echter zeker wel volstaan met nog een paar aanhalingen slechts. De eene is een citaat, van wat LACROIX schreef in het livret guide van het congres in 1900 in Parijs gehouden. Dit behelst wel een der meest sprekende bewijzen van de totale vervorming (metamorphose), die sedimentaire gesteenten door magmamorphose kunnen ondergaan.

¹⁾ Zie ook p 4 sub 3 v.d Etudes sur les Roches Cristallins et éruptives des environs du Mt Blanc. Bull. Carte géol. Fr. 1890.

²⁾ Zie in verband hiermede het op blz. 124, tweede en volgende alinea's, opgemerkte.

Verre van slechts mineralen met het grootste moleculaire volume te verwekken, blijken sedimenten omgezet in gesteenten, welke *geheel overeenkomen met massieve eruptief-gesteenten, met „Tiefengesteine” zelfs!* (40)

A. Lacroix. Sprekende over de „contact exomorphe du granit” zegt LACROIX:

„Quand l'imprégnation des schistes (sédimentaires) par le granit, „s'effectue sur une zone *de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur*, „comme dans la vallée de Boscouillade, on voit les phénomènes de feldspathisation par imbibition et par injection se superposer; *il se produit des roches à faciès gneissiques, au milieu desquelles se trouvent çà et là des lambeaux de schistes présentant les divers stades intermédiaires de transformation.*”

En iets verder: „L'intensité grandiose de ces phénomènes de transformation des calcaires frappera les membres du Congrès, qui remarqueront „la très grande cristallinité de toutes ces roches, leur fréquente richesse „en feldspath, *qui permet de comparer la composition et la structure de quelques-unes d'entre elles à celles de gneiss à pyroxènes et à amphiboles.* „Cette comparaison s'impose surtout dans les roches métamorphiques „résultant de la transformation d'alternances de lits minces de schistes et „de calcaires et présentant superposés les caractères des leptynolits et ceux des cornéennes” (Schistes lustrés?).

Waar vervolgens LACROIX de aandacht trekt tot de endomorphe-verborming, zegt hij:

„L'évidence de la transformation du granit par dissolution du calcaire est „complète; toutes les fois que l'on trouve un lambeau calcaire pincé dans le „granit, on le voit entouré de sa zone périphérique de roches amphiboliques „et celle-ci n'existe que là *ou encore sur le prolongement du calcaire*”.

En een weinig verder sprekende over het scherpe kontakt tusschen de kalk en de endomorphe-gesteenten:

„Ce fait démontre bien la différence *essentielle* qu'il y a lieu de faire „entre l'action en quelque sorte personnelle du magma et celle qui est „due à des éléments volatiles. La première donne naissance aux transformations endomorphes du granit lui-même; la seconde, constituant les „phénomènes exomorphes, modifie le calcaire *sans détruire la structure générale des assises, développe dans sa masse, grenats, pyroxènes, plagioclases, etc.*” ¹⁾ (42) (26).

Ten slotte dan nog eene aanhaling van JOH. KÖNIGSBERGER (19) uit het opstel over „Kolen in de granaat-glimmerschiefers van het Gothard-massif.

¹⁾ Zie ook E. ARGAND „l'Exploration géologique etc.” p. 37 waar hij kalken beschrijft, die door de magmatische werking van de graniet, tot *diorieten* vervormd zijn.

J. Königsberger. KÖNIGSBERGER (19) drukt zich al even beslist uit. Hij wijst er op dat de zuidelijke grens van de Sellagneis (*die west en oost in graniet over gaat*) tusschen Giesburg en Pusmeda (val Comera, val Nalps en val Cadlimo), zoowel wat betreft zijn structuur, zijn textuur als chemische en mineralogische samenstelling, geleidelijk overgaat in de grauwe granaat-glimmer-schiefer.

Daarna dat, aan de grens van deze gneiss soms zwarte lagen, die grafiet en kolen bevatten, optreden (p. 528).

Hij komt tot het besluit, dat de glimmerschiefer Zuid van den Gotthard tot aan de rauwakke van Airolo, ± 2 K.M. machtig, de equivalenten zijn van het Perm en het Karbon.

Verder zegt hij: Petrographisch blijkt dat de door M. LÉVY en LACROIX aangenomen versmelting van sedimenten door magmas en het aldus bewerkte ontstaan van *basische* gesteenten, die dieptegesteenten meer of minder nabij komen, ook in de Alpen voorhanden is!

Nog verder, over de serpentijn erupties sprekende, die met die der granieten gelijktijdig plaats gehad zouden hebben, zegt hij dat deze zienswijze hem nooit heeft kunnen voldoen. Reeds was het raadselachtig dat de groote serpentijnmassa (N. v. de Basodino) van de Kastelhorn, *niet in den tunnel* aangetroffen werd. En waar nu bewezen is dat aan den Gotthard, door versmelting van, vermoedelijk, Karbonische sedimenten, basische gesteenten ontstaan zijn . . . enz. enz.

In 1905 eindigde ik mijn meer aangehaald werk over het massif van de Pierre à Voir, met de woorden: „En étudiant l'emplacement de ces nappes, „nous constatons, comme il était à prévoir, d'après ce qui précède, que „*les roches basique* (ampbolites etc. etc.) formées aux dépens des terrains „plus récents (post-Triasique) par l'influence directe de la roche éruptive, „sont localisées dans les synclinaux des grands plis couchés.”

Men ziet hieruit, dat door de werking van nog niet geconsolideerd granitisch magma op sedimentaire gesteenten, („contact metamorphose” dus of beter ten einde mogelijke verwarring te voorkomen welke uit de benoeming „contact” zou kunnen voortvloeien „Magma-morphose” (= regionale-contact-metamorphose), alle gesteenten kunnen ontstaan en werkelijk ontstaan zijn, liggende tusschen bijna veldspaat-looze, nog duidelijk herkenbare sedimenten, en gneissen, respect. granieten.

En deze conclusie berust niet op eene *hypothese*, gelijk die der dynamo-metamorphisten, doch is ontleend aan de waarneming der feiten op het terrein, geverifieerd door het microscoop.

Elke vorm van metamorphose in de Alpen voorkomend, vindt zijn

homoloog in een gesteenteverandering, door een nog ongeconsolideerd magma op sedimentaire afzettingen teweeg gebracht.

Dat het vervormende magma dikwijls nog aan ons oog verborgen is gebleven, *mag* ons geen reden zijn, om ter verklaring der plaats gehad hebbende metamorfose, onze toevlucht te nemen tot het scheppen van een geheel *hypothetische* kracht, daar waar wij door waarnemingen hebben vastgesteld, dat een ons *bekende* kracht alle ons bekende verschijnselen van gesteente metamorfose in het leven *kan* roepen en ook geroepen heeft, *èn aan haar onmiddellijk contact èn op grooten afstand van dat eigenlijke contact verwijderd*.

Reeds werd hierboven vermeld, dat WEINSCHENCK in zijne „Grundzüge der Gesteinskunde I p. 69 van 1906”, er op wees, dat de aan het graniet-magma zoo nastaaende en van haar ongetwijfeld afkomstige aplietgangen in de Alpen geen spoor van kataklase, noch in hun structuur, noch in hun gang-verloop vertoonen.

L. Duparc en L. Mrazec. DUPARC en MRAZEC nu zeggen op blz. 24 van hun meer aangehaald werk, sprekende van de verhouding tot de protogine en „pre-Triassische” porphyren van de val Ferret o. a. dat de eerste uitzendt- „des filons d'aplite qui peuvent même toucher directement les *porphyres* ou les *schistes* dont nous avons parlé. De la base de l'Aiguille du Midi . . . on peut se convaincre que partout le protogine émet des apophyses plus ou moins puissantes dans les schistes du voisinage.” En verder op blz. 74: la multiplicité de ces filons est telle qu'ils disloquent et percent les schistes *dans tous les sens*.

Nergens echter zijn deze gangen, als zoodanig, blijkbaar vervormd, verbrijzeld of vermorzeld, iets wat toch onvermijdelijk zou zijn geweest, indien zij, gelijk die heeren dat aannemen, van voor-Tertiairen ouderdom en sedert hun ontstaan en het vastworden der opvullende materie, aan intensieve gebergtevouwing bloot gesteld geweest waren.

Dat een graniet als magma (dus in nog ongeconsolideerden toestand), aan bergplooiing deel genomen moet hebben, is eene conclusie, waartoe ook DUPARC en MRAZEC, merkwaardiger wijze, in hun meer aangehaald werk gekomen zijn, ten einde de metamorfose van zekere pre-Karbonische gesteenten in het Mont Blanc massif aanwezig, te kunnen verklaren.

Het verschil tusschen hen en mij ligt dan ook alléén in de tijdsbepaling, waarin het eruptieve gesteente nog in magmatischen vorm verkeerd moet hebben.

En het is de samenstelling der zoogenaamd pre-Karbonische conglomeraten en de daarop gebaseerde onlogische gevolgtrekking alléén, welke hen en anderen beletten mijne zienswijze te deelen.

NOG EEN TECTONISCH-PHYSISCH ARGUMENT.

Moeten wij uit het bovenstaande dus de gevolgtrekking maken, dat noch de theorie der dynamometamorphose, noch die der regionale metamorphose in staat is eene behoorlijke verklaring te geven van de massale gesteente verandering in de Alpen, en dat deze alleen toegeschreven kan worden, in den tegenwoordigen stand onzer wetenschap, aan de werking der magma-morphose, er zijn nog andere redenen die ons dwingen om aan te nemen, dat de alpen-granieten tijdens de alpen-vouwing, nog in vloeibaren, respectievelijk plastischen, toestand verkeerd moeten hebben, dus Tertiair zijn.

Tot heden is zoover mij bekend, de aandacht nog niet gevestigd op een verschijnsel dat ten zéérste voor de juistheid mijner stelling schijnt te pleiten, alhoewel dat m.i. zéér voor de hand ligt.

Allereerst dan moet het den opmerkzamen opvallen, dat de graniet-massiven welke men tot nog toe als autochtoon wil aangemerkt hebben, t. w. de massieven van Pelvoux, Belledonne, Aiguilles Rouges, Mt. Blanc, Aar en St. Gothard, zich allen in lengterichting uitstrekken en evenwijdig verlopen, aan de assen der hen omgevende Tertiaire plooien. *Deze verlopen op hun beurt weder concentrisch met de assen der buiten-alpine plooien en met die der meer centraal gelegen tot en met de zone van Irea zelfs.*

Waren die granieten werkelijk pre-Tertiair, dan zou dit feit mechanisch geheel onverklaarbaar blijven, daar geen unilaterale, noch zelfs een multi-laterale bergvouwendes druk, zulk een verschijnsel in het leven *kan* roepen.

Zijn de granieten echter Tertiair, overeenkomstig de hier ontwikkelde contentie, dan verklaart dit verschijnsel zich gereedelijk, daar zij zich als geheel plastische lichamen, in nog ongeconsolideerden staat, op gelijke wijze moesten plooien als de hen insluitende sedimenten.

Eerst na afloop van het proces, zouden zij dan terplaatse en in den vorm hen bij en door de plooijing gegeven, vast zijn geworden. ¹⁾

Wanneer een systeem van afzettingen bestaande uit harde en zachtere gesteenten in zijn geheel gevouwen wordt, dan ziet men dat op de grensvlakken van het zachtere en het hardere gesteente, ook wanneer die vouwing plaats heeft onder hoogen druk, brokstukken van het harde gesteente afbreken en omsloten worden door het zachtere. Hoe grooter

¹⁾ Nog wil ik hier even aanhalen wat E. ARGAND op blz. 32 van zijn „L'exploration géologique des Alpes Pennines Centrales” zegt, t. w. „l'appareil granitique de la Dent Blanche est retourné à l'envers et repose sur les schistes qui lui servaient jadis de calotte”.

Hoe wil men dit geweldig verschijnsel verklaren wanneer men weigert aan te nemen, dat de graniet tijdens de vouwing in magmatischen toestand verkeerde?

het verschil in hardheid der twee, met elkaar in contact gelegen gesteenten is, hoe sterker deze eigenaardigheid, vooral bij intensieve vouwing, uitkomt.

Verder zullen, naarmate de deelen van het zachtere gesteente meer beweegelijk ten opzichte van elkander zijn, deze eigenschappen meer en meer het karakter aannemen van een omsluiten van hoekige, min of meer groote fragmenten van het hardere gesteente door het weekere, eindelijk van een *injecteeren* der weekere gesteente-massa in het hardere.

Aldus verklaarde ik in 1905, de toen nog niet op aannemelijke gronden verklaarde aanwezigheid van hoekige dolomitische kalkbrokken in het dak, en van schisten-scherven in den voet van de tusschenliggende gips-laag, alsmede de aanwezigheid van dien gips in fijne spleten van de dolomitische kalk en van de schichten. (1. p. 49 Fig. 5) (11) ¹⁾.

Ware nu de alpengraniet reeds vóór de Alpinevouwing een vast gesteente geweest, dan zouden hoekige brokstukken van graniet in de minder consistente, plaatselijk rondom het insluitsel vergruisde schiefer, moeten worden aangetroffen of wel, ware de breuklooze-vouwbaarheidstheorie van HEIM werkelijk steekhoudend, een gelijdelijke overgang, tusschen graniet en schiefer zoude regel moeten zijn. Géén brokkeninsluiting dus, van door druk en vouwing geschieferde gesteenten, als gneiss en schiefer, in de daaronder gelegen massieve graniet.

Dit is echter wel het geval; wij vinden, en zulks niet alleen in de Alpen, de hoekige brokstukken van schiefers en kalkgesteenten, soms zelfs van reusachtigen omvang, ingesloten, omsloten door de graniet. daarmede één geheel vormend zelfs, op gelijke wijze als insluitsels van gesteenten in eruptieve massa's, die in vloeibaren toestand die insluitsels opnamen.

In de trottoirbanden van de straten van Parijs zijn zulke insluitsels in massa te zien.

M. LÉVY in zijn „Etudes sur les granites de Flamenville”, BARROIS, WEINSCHENCK, TERMIER, DUPARC en MRAZEC, G. KLEMM, H. LINDEMANN en A. SAUER, en zooveel andere auteurs, vermelden dit merkwaardige feit, dat òf in het veld òf overal waar graniet als bouwsteen gebruikt wordt, veelvuldig opgemerkt is.

En nu zal men daar wellicht tegenwerpen, dat dit alle „oudere”, geen Tertiaire schiefers zijn, en dat ons het feit van dergelijke Tertiaire insluitsels, nog niet met zekerheid bekend is.

Dan is daarop mijn antwoord, dat deze tegenwerping slechts ten deele toelaatbaar is in zooverre, dat werkelijk herkenbare Tertiaire schiefers nog niet als insluitsels in de graniet, althans in de Alpen geconstateerd zijn. Echter blijft het feit, dat schiefers, en in groote massa's, in de granieten

¹⁾ Zie ook in 11 p. 225, wat door V. M. GOLDSCHMIDT werd opgemerkt in het eruptief gebied van Christiania.

als insluitsels zijn aangetroffen, nooit omgekeerd, granieten in de schiefers.

En evenals de gips in kleine smalle adertjes in kon dringen in de spleten van het dolomitsche kalksteen dak, zoowel als in die van den schist-voet, alléén *omdat het zooveel beweeglijker en zachter is dan de* insluitende boven- en onderlaag, zoo is het voorkomen tot op grooten afstand van zijn haard, van graniet in apophysen en van zijn derivaten in aders en gangen in het dak van gneiss en schiefer, een onmiskenbare aanduiding, dat die graniet zich toen ter tijd in vloeitoestand bevonden moet hebben.

Ware het graniet werkelijk in vasten toestand met de op zijn contact gelegen schiefers gevouwen, dan zouden hoekige fragmenten van de hardere graniet in de minder harde schiefer aanwezig moeten zijn en niet omgekeerd, brokken schiefer in de graniet, gelijk in werkelijkheid het geval is. De graniet kan dus ook uit dien hoofde niet in vasten toestand, aan de Tertiaire bergvouwing hebben deelgenomen.

BREUKLOOZE VOUWBAARHEID. (A. HEIM).

Tot slot nog een enkel woord over de breuklooze vouwing en latente plasticiteits-theorie van A. HEIM.

HEIM heeft, gelijk bekend ter verklaring o. a. van den massieven toestand der granieten in de Alpen, zelfs na de intense vouwing, de theorie van de *latente vouwbaarheid* en *breuklooze* vervorming van gesteenten onder hoogen druk, opgeworpen.

Hierdoor nu, *maar vooral door de te krasse doorvoering dezer theorie*, is een principe in de geologie gebracht, dat slechts ten koste van langen strijd daaruit gedreven zal kunnen worden. Een strijd even lang en volhardend, als noodig bleek tegen de aanhangers der theorie der Neptunisten, en als noodig zal zijn tegen die van den pre-Karbonischen ouderdom der Alpengranieten en die der dynamometamorphose.

Door een groot aantal geologen wordt deze theorie als reeds geheel bewezen aangenomen of erger nog, eenvoudig op gezag van den Meester aanvaard.

En nu is het wel eigenaardig, dat Heim, die op grond van zijne waarnemingen, verzameld gedurende lange jaren van terreinstudie, tot de formuleering dezer theorie meende te moeten komen, daarbij tevens tot de conclusie kwam, dat de zone waarin zich deze breuklooze vouwbaarheid van minder harde gesteenten (als zuivere kalkgesteenten), voordoet, op eene diepte van gemiddeld 1500 M. gelegen is, die voor harde gesteenten, als graniet, op een diepte van 2.200 M. tot 2.600 M.

Later in 1908 (na 30 jaar) komt hij hierop echter terug (wellicht is, wat bij de boring van den Simplon-tunnel gebleken is, aan deze meenings-

verandering niet vreemd), en verklaart dan „dat die zone van breuklooze vouwing véél dieper moet liggen”; hoe diep echter, daarover durft hij geen opinie geven.

Men zou zeggen dat hiermede reeds zijn gansche theorie, welke op dezelfde waarnemingen gegrond is als de conclusies omtrent de diepte der vloei-zone, eveneens te gronde moest zijn gegaan.

Hier zijn wij echter nog verre vandaan.

C. H. van Hise. VAN HISE (26) stelt, gelijk boven gezegd, de bovenste grens van de vloeizone op 12000 M. diepte. waarbij hij dan ook nog den geothermischen factor recht doet wedervaren.¹⁾

F. D. Adams. Eindelijk stelt ADAMS (42) de diepte van deze zone voor kalksteen, naar aanleiding zijner laatste experimenten, op tusschen 12 en 15 mijl, dat is 20 K.M., wanneer daarbij aan den geothermischen factor recht wordt gedaan en dus de temperatuur op die diepte op pl. m. 700° C. wordt aangenomen.

Voor graniet echter zou deze zone, wanneer de geothermische factor buiten rekening gelaten wordt, belangrijk dieper, tot beneden de 35 mijl (= pl. m. 60 K.M.) gesteld moeten worden. Brengt men dien factor nu hier in rekening, dan zou de vloeizone reeds vóór die diepte bereikt zijn, aangezien het smeltpunt van graniet (pl. m. 1200°) ver beneden de 1800° ligt, m. a. w. zou volgens de experimenten van ADAMS de vloeizone (d. i. de breuklooze vouwingszone) voor graniet, tengevolge van druk alléén, liggen ver beneden die, welke op geothermischen grondslag daarvoor aangenomen zou moeten worden.

G. De Lorenzo. DE LORENZO stelt de vloeizone op de basis der geotherm op 47.6 K.M. M. LÉVY berekent, (op geoth. basis) dat de graniet op 35 K.M. diepte reeds gesmolten moet zijn (contribution à l'étude du granit de Flamenville p. 20) HAUG op 40 K.M. (Traité p. 323).

De graniet zou dus tengevolge der warmte-toename naar de diepte, reeds lang tot magma zijn geworden, vóórdát tengevolge van druk de breuklooze vouwbaarheid daarbij mogelijk zou kunnen zijn, of de latente plasticiteit feit zou kunnen zijn geworden.

Hoewel indirect, mag dit zeker toch wel in verband met het voorgaande, als een niet weinig krachtig argument ten gunste van mijne stelling, van den Tertiairen ouderdom der alpengranieten, worden aangemerkt.

CONCLUSIES.

Resumeerende meen ik dus de door mij in 1905 geformuleerde stellingen ten volle te mogen handhaven, t. w.

¹⁾ Geotherm. plm. 30 M.

10. In de Westelijke en Zwitsersche Alpen vertoonen de antiklinale scharnieren (zadels) weinig of geen gesteente metamorphose, daarentegen neemt de metamorphose in de richting van de antiklinale wortels toe. Hiermede overeenstemmende blijkt, dat de gesteente-metamorphose toeneemt in de richting der synclinale spil en afneemt in de richting van de opening.
20. Hieruit volgt noodzakelijkerwijze, dat de metamorphoseerende kracht nog werkzaam was gedurende de bergvouwing (waarschijnlijk zelfs nog daarna) en
30. dat die kracht zetelde in de diepte der aarde;
40. dat de metamorphoseerende werking uitging van het nog ongeconsolideerde magma en eindelijk
50. dat dus de Alpengranieten (het product der vastwording van het magma) van Tertiairen ouderdom moeten zijn, aangezien de tijd van vastwording dier gesteenten als het eenige criterium voor hare ouderdomsbepaling geldt.

De vraag is nu hoe zal deze, door het magma veroorzaakte, tevens in onafscheidelijk verband met de bergvouwing staande metamorphose, genoemd moeten worden.

Dynamometamorphose zeker niet, moettende het bestaan daarvan nog steeds aannemelijk gemaakt worden.

Regionale metamorphose schijnt mij te vaag, duidende die benaming thans slechts aan, dat de gesteente verandering over een groote uitgestrektheid, door een oorzaak van welken aard dan ook, verwekt is. Bovendien is die naam oorspronkelijk bedoeld als tegenstelling van kontakt metamorphose, die men zich in zijn uiting toen steeds zéér begrensd dacht, en wel tot het onmiddellijk kontakt met het eruptief gesteente (DAUBRÉE).

PIÉZO-kontakt-metamorphose, is een naam die het eerst door E. WEIN-SCHENCK werd gebruikt.

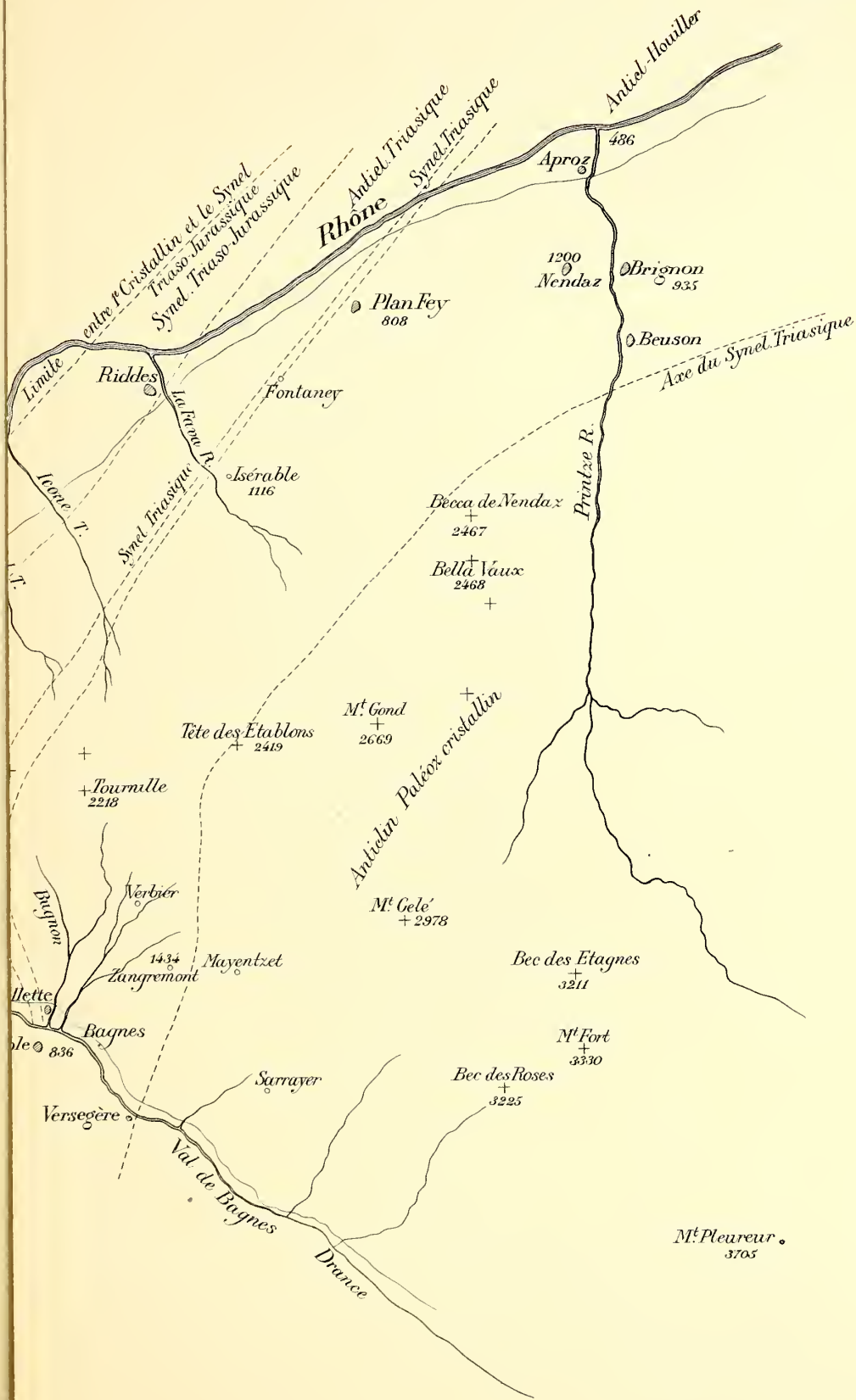
Hoewel WEINSCHENCK duidelijk zegt, dat deze gesteente veranderingen gebonden zijn aan het vast worden van het magma gedurende de bergvouwing, en het daarmede bedoelde begrip in wezen dus niet verschilt van mijn magma-morphose, zoo blijft aan dit woord, het ongewenschte van zijn lengte, als ook het beperkende begrip „kontakt” kleven. Iets wat licht aanleiding tot begripsverwarring geeft.

Magma-(meta)morphose daarentegen, geeft alleen aan de oorzaak, de verwekker van de gesteente verandering, zonder eenige beperking van hare uitgebreidheid in de ruimte, weshalve deze omschrijving verkieslijker geacht moge worden.

HAARLEM Maart 1915.

1. C. G. S. SANDBERG, Etudes géologiques sur le Massif de la Pierre à Voir (Bas Valais) Bouillant. Paris 1905.
2. P. TERMIER, Les schistes cristallins des Alpes occidentales C. R. Congrès géol. de Vienne 1903.
3. C. SCHMIDT, Ueber die Geologie des Simplon Gebietes und die Tectonik der Schweizer Alpen. Eclogæ Geol. Helv. Vol. IX No. 4 p. 518—519. 1907.
4. E. WEINSCHENCK, Grundzüge der Gesteinskunde. I 1906 p. 173.
5. L. DUPARC & L. MRAZEC, Recherches géologiques sur le massif du Mont Blanc. Mem. soc. Phys. & Hist. Nat. Genève XXXIII No. 1 1898. p. 160.
6. SIR ARCH. GEIKIE, The Founders of Geology. London 1897.
7. VIRLET D'Aoust, Observations sur le métamorphisme normal et la probabilité de la nonexistence de véritables roches primitives à la surface du globe. Bull. Soc. Géol. Fr. 2e serie IV p. 498—505. 1847.
8. E. HAUG, Traité de Géologie. Vol I 1907.
9. MICHEL LÉVY, Sur l'origine des terrains cristallins primitifs. Bull. Soc. Géol. Fr. 3e série t. XVI 1887.
10. MICHEL LÉVY, Contribution à l'étude du granite de Flamanville. Bull. Serv. carte géol. Fr. t.V. No. 36. 1893.
11. F. BECKE, Fortschritte auf dem Gebiete der Metamorphose. Fortschr. d. Min. Bd I 1911 p. 221—256.
12. H. P. CORNELIUS, Geologische Beobachtungen im Gebiete des Forno-gletschers (Engadin) Centr. Bl. f. Min., Geol. u. Paleont. 1913. No. 8.
13. K. ANDRÉE, Ueber die Bedingungen der Gebirgsbildung. Berlin 1914 p. 68.
14. L. DUPARC et E. RITTER. Communication sur la nature pétrographique du Carbonifère de la zone du Mont Blanc. Arch. Sc. Phys. et Nat. 3e pér. t. XXXI Genève 1894.
15. L. DUPARC et E. RITTER, Les Formations du Carbonifère et les quartzites du Trias dans la région N. O. de la première zone alpine. Mem. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève XXXII 1^o part. No. 4 1894.
16. P. TERMIER, Le massif des Grandes-Rousses (Dauphiné et Savoie) Bull. Serv. Carte Geol. Fr. t. VI. No. 40 1894.
17. E. RENEVIER et H. GOLLIEZ, Voyage géologique au travers des Alpes centrales et occidentales de la Suisse. Livret guide Congrès géol. int. Zurich 1894.
18. B. G. ESCHER, Ueber die prae-triasische Faltung in den West Alpen, etc. Amsterdam 1911.
19. KÖNIGSBERGER, Ueber Kohle in Granat-glimmerschiefern des Gotthards, ueber das vermutliche Alter dieser Gesteine und ihre Entstehung. Ecl. Geol. Helv. Vol. X No. 4. 1908.
20. G. A. F. MOLENGRAAFF, The Vredefort mountain-land Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. VII 1904 p. 115.
21. C. G. S. SANDBERG, Age of the old or grey granite of the Transvaal and Oranje River Colony. Geol. Mag. dec. 5, Vol. V 1908 p. 559.

22. F. W. PENNY, The Vredefort Granite in relation to the Wittwatersrand System Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. LXX 1914 pp. 328—335.
23. W. VOLZ, Zur Geologie von Sumatra. Geol. u. Paleon. Abhandl. v. E. KOKEN. N. F. Bd. VI Hft. 2 1904 p. 112 e.v.
24. A. TOBLER, Einige Notizen zur Geologie von Süd-Sumatra. Verh. Naturf. Gesell. in Basel Bd. XV Hft. 3.
25. W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, Voorloopige mededeeling in zake de geologie van Centraal-Celebes. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 2e Serie D. XXXII n°. 2 1915 p. 188 e. v.
26. Zie ook: C. R. VAN HISE, A treatise on metamorphism U. S. Geol. Surv. Washington 1904. p. 720 e.v.
27. Zie ook F. BECKE, Ueber Mineral Bestand und Structur der Kristallinischen Schiefen. Denkschr. der K. Ak. Wiss. Math. Nat. Wiss. Kl. Bd. 75 Hlb. I. Wien 1913.
28. C. SCHMIDT, Zur Geologie der Schweizer Alpen. p. 16 Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz 25 Anhang 1.72. 1889.
29. C. SCHMIDT, Bemerkungen zur Simplongeologie. Ecl. Geol. Helv. Vol. X No. 4. Dezember 1908 p. 490 en 491 (noot 1).
30. L. DUPARC, L'Age du Granite Alpin. Archives Phys. et Nat. Genève T XXI No. 3 1906 p. 297—312.
31. H. GERLACH, Das Südwestliche Wallis. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Bern 1871.
32. Verslagen der Geologische Sectie v. h. Geol.-Mijnbk. Gen. v. Ned. & Kol. p. 156, MOUTON 1914.
33. E. ARGAND, Les Mappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. Mat. carte géol. Suisse nelle Sér. XXXIe livr. Taf. II. Bern, 1911.
34. Blatt XXII geol. Karte von der Schweiz 1.100.000.
35. C. G. S. SANDBERG, L'age du Granite Alpin. Arch. des Sc. Phys. et Nat. (4) t. XXIII Genève 1907. p. 2.
36. A. STELLA, Il problema geotettonico dell Ossola e dell Sempione. 1903.
37. H. P. CORNELIUS, Petrographische Untersuchungen in den Bergen zwischen Septimer und Julier Pasz. N. Jahrb. f. Geol., Paleont. u. Min. XXXV Beil. Bd. 1913.
38. P. TERMIER, Le Granite de la Haya ou des Trois Couronnes (Pays Basques) Bull. Soc. geol. Fr. 4e Serie t. VII p. 17. 1907.
39. U. GRUBEMANN, Die Kristallinischen Schiefer. I. p. 33 Berlin 1904.
40. Livret-guide du VIII^e Congrès géologique. Paris 1900.
41. Zie ook: E. SUSS, Les Tonalites d'Adamello, d'Iffinger, du Riesa-Ferner et du voisinage du Bacher-Gebirge 1897 p. 771 e.v.
42. F. D. ADAMS, An experimental contribution on the question of the depth of the zone of flow in the earth's crust. Journ. Geol. Vol. XX No. 2 1912 p. 97 ev.



22. F. W. PENNY, The Vredefort Granite in relation to the Wittwatersrand System Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. LXX 1914 pp. 328—335.
23. W. VOLZ, Zur Geologie von Sumatra. Geol. u. Paleon. Abhandl. v. E. KOKEN. N. F. Bd. VI Hft. 2 1904 p. 112 e.v.
24. A. TOBLER, Einige Notizen zur Geologie von Süd-Sumatra. Verh. Naturf. Gesell. in Basel Bd. XV Hft. 3.
25. W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, Voorloopige mededeeling in zake de geologie van Centraal-Celebes. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 2e Serie D. XXXII n°. 2 1915 p. 188 e. v.
26. Zie ook: C. R. VAN HISE, A treatise on metamorphism U. S. Geol. Surv. Washington 1904. p. 720 e.v.
27. Zie ook F. BECKE, Ueber Mineral Bestand und Structur der Kristallinischen Schiefen. Denkschr. der K. Ak. Wiss. Math. Nat. Wiss. Kl. Bd. 75 Hlb. I. Wien 1913.
28. C. SCHMIDT, Zur Geologie der Schweizer Alpen. p. 16 Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz 25 Anhang 1.72. 1889.
29. C. SCHMIDT, Bemerkungen zur Simplongeologie. Ecl. Geol. Helv. Vol. X No. 4. Dezember 1908 p. 490 en 491 (noot 1).
30. L. DUPARC, L'Age du Granite Alpin. Archives Phys. et Nat. Genève T XXI No. 3 1906 p. 297—312.
31. H. GERLACH, Das Südwestliche Wallis. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Bern 1871.
32. Verslagen der Geologische Sectie v. h. Geol.-Mijnbk. Gen. v. Ned. & Kol. p. 156, MOUTON 1914.
33. E. ARGAND, Les Mappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. Mat. carte géol. Suisse nelle Sér. XXXI^e livr. Taf. II. Bern, 1911.
34. Blatt XXII geol. Karte von der Schweiz 1.100.000.
35. C. G. S. SANDBERG, L'age du Granite Alpin. Arch. des Sc. Phys. et Nat. (4) t. XXIII Genève 1907. p. 2.
36. A. STELLA, Il problema geotettonico dell Ossola e dell Sempione. 1903.
37. H. P. CORNELIUS, Petrographische Untersuchungen in den Bergen zwischen Septimer und Julier Pasz. N. Jahrb. f. Geol., Paleont. u. Min. XXXV Beil. Bd. 1913.
38. P. TERMIER, Le Granite de la Haya ou des Trois Couronnes (Pays Basques) Bull. Soc. geol. Fr. 4e Serie t. VII p. 17. 1907.
39. U. GRUBEMANN, Die Kristallinischen Schiefer. I. p. 33 Berlin 1904.
40. Livret-guide du VIII^e Congrès géologique. Paris 1900.
41. Zie ook: E. SUESS, Les Tonalites d'Adamello, d'Iffinger, du Riesa-Ferner et du voisinage du Bacher-Gebirge 1897 p. 771 e.v.
42. F. D. ADAMS, An experimental contribution on the question of the depth of the zone of flow in the earth's crust. Journ. Geol. Vol. XX No. 2 1912 p. 97 ev.

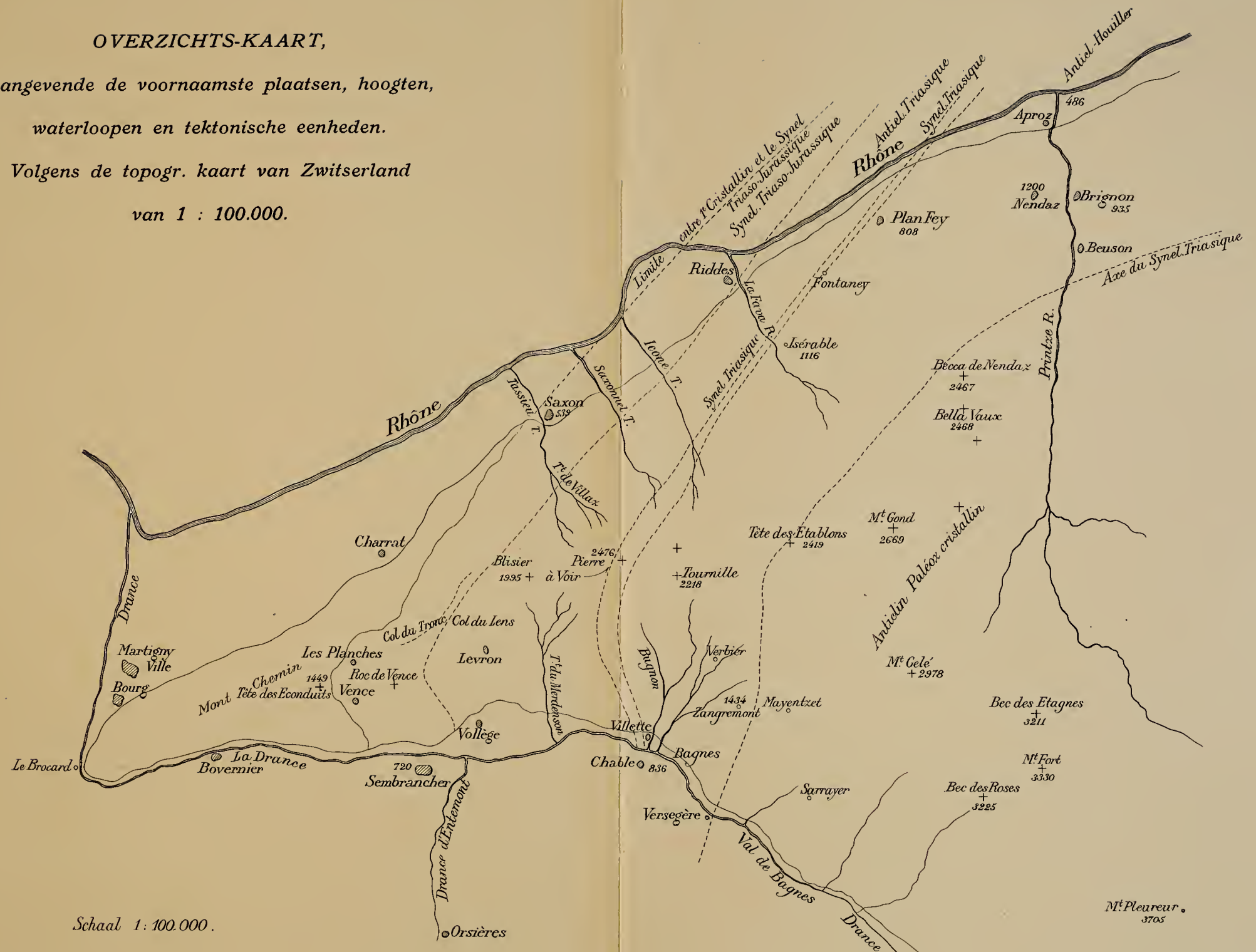
OVERZICHTS-KAART,

aangevende de voornaamste plaatsen, hoogten,

waterlopen en tektonische eenheden.

Volgens de topogr. kaart van Zwitserland

van 1 : 100.000.



Schaal 1: 100.000.



Van de Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën verschenen de volgende stukken:

Mijnbouwkundige Serie. Deel I. f 15.—

EERSTE STUK. (f 0.65). †)

- J. C. F. BUNGE, De ontwikkeling van het Staatsmijnbedrijf „ 1.—
W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, De steenkool en de kolenmijnbouw in den modernen tijd, eene technisch-economische studie „ 1.—

TWEEDE STUK. (f 1.50).

- J. A. GRUTTERINK, De Santa Barbara Fosfaatmijn op het eiland Curaçao. *)
J. A. GRUTTERINK, De Fosfaatmarkt. Een technisch-commercieele studie over de behoefte aan, de productie en waarde van Fosfaat. *)

DERDE STUK. (f 0.60).

- F. T. MESDAG, De goudmijn „Totok”, te Totok, Noord-Celebes. *)

Geologische Serie. Deel I. (f 7.50) . „ 15.—

EERSTE STUK. (f 0.60).

- W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, De huidige stand der Rijksopsporingen naar delfstoffen, voornamelijk de aangevangen onderzoeken in Westelijk Noord-Brabant en Zeeland „ 0.75

TWEEDE STUK. (f 4.25).

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië „ 10.—

DERDE STUK. (f 0.60).

- E. T. NEWTON, On the remains of Ursus Etruscus (= U. Arvernensis) from the Pliocene Deposits of Tegelen sur Meuse. *)
J. LORIÉ, Roode keileem en rood zand in Nederland. *)

VIERDE STUK. (f 0.60).

- H. G. JONKER, De beteekenis van de kleur der keileem in Nederland. *)
J. F. STEENHUIS, Nieuwe bijdrage tot de kennis van de Nederlandsche Zwervelingen. Het voorkomen van het normale bruine Jura-gesteente te Kloosterholt, onder Heiligerlee. *)

VIJFDE STUK. (f 0.60).

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Eerste vervolg „ 1.—

ZESDE STUK. (f 0.60).

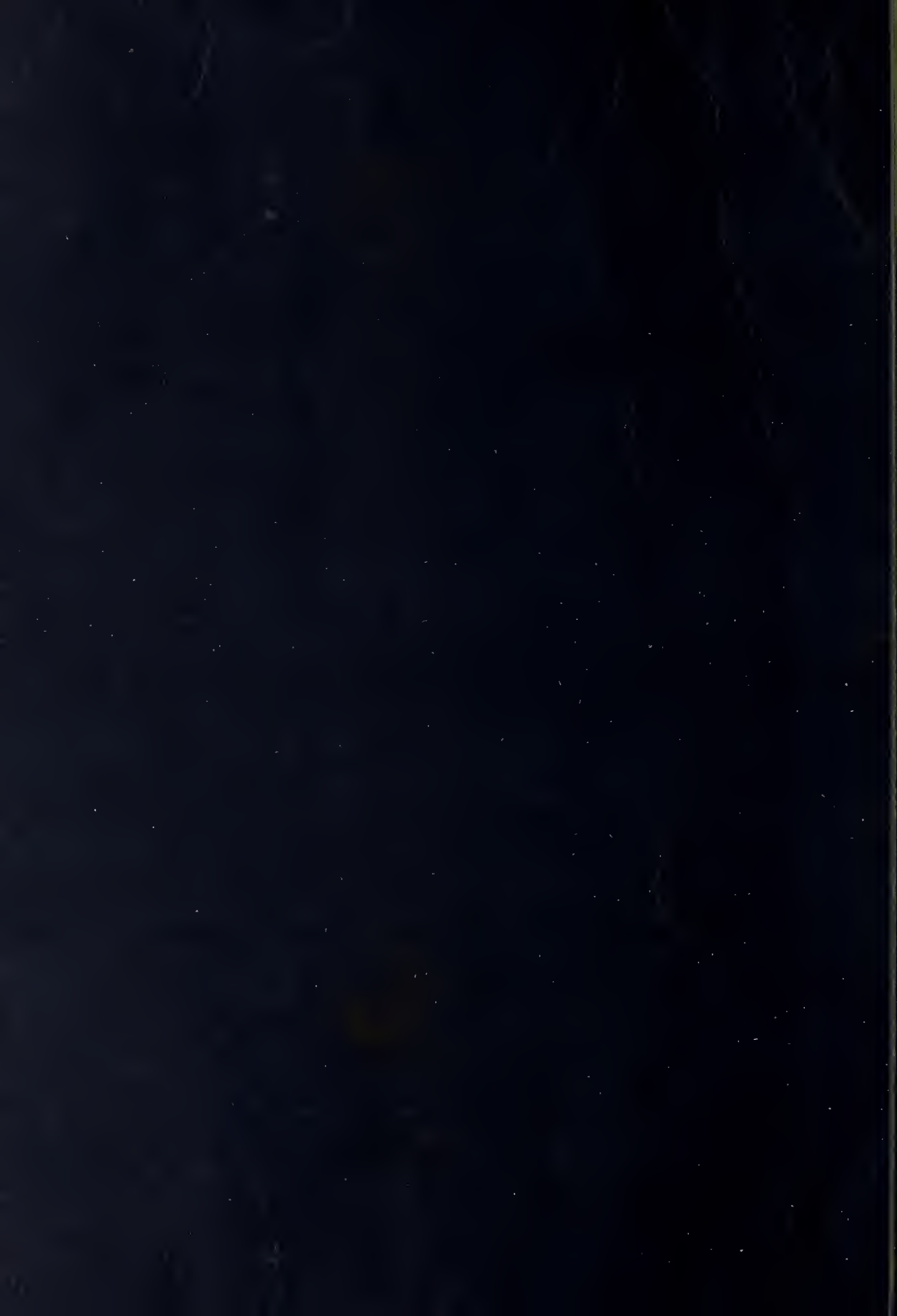
- C. T. GROOTHOFF, De greisenvorming in het Batoe-Besie granietmassief (Billiton). *)

ZEVENDE STUK. (f 1.25).

- B. G. ESCHER, De kwalitatieve en de kwantitatieve trillingsfiguur van optisch tweeassige middenstoffen „ 0.75
J. VERSLUYS, De onbepaalde vergelijking der permanente beweging van het grondwater. *)
R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Tweede vervolg „ 1.—

†) Prijs voor leden.

*) Niet afzonderlijk in den handel.



550
N 284v
v. 2 DERDE STUK.
pt. 3

VERHANDELINGEN

VAN HET

GEOLOGISCH-MIJNBOUWKUNDIG
GENOOTSCHAP

VOOR

NEDERLAND EN KOLONIËN.

GEOLOGISCHE SERIE.

DEEL II, Blz. 145—164.

DR. R. D. M. VERBEEK, — OPGAVE VAN GESCHRIFTEN OVER GEOLOGIE EN MIJNBOUW
VAN NEDERLANDSCH OOST-INDIË (DERDE VERVOLG).

MAART 1916.

's-GRAVENHAGE — MOUTON & Co. — 1916.

GEOLOGY LIBRARY

BIJDRAGEN

te zenden aan den Secretaris der Redactie-Commissie
Jhr. Dr. C. G. S. SANDBERG, Geologisch-Bureau
18 Spruitenboschstraat, Haarlem.

550
N284v
V. 2
pt. 3

UNIVERSITY OF
ILLINOIS LIBRARY
AT URBANA-CHAMPAIGN
GEOLOGY

Geology

NADruk VERBODEN, INGEVOLGE DE WET VAN
23 SEPT. 1912, Ned. Stbl. 1912 No. 308, Indisch
Stbl. 1912 No. 600.

OPGAVE VAN GESCHRIFTEN OVER GEOLOGIE EN MIJNBOUW VAN NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

DERDE VERVOLG

DOOR

DR. R. D. M. VERBEEK,

Oud-Hoofdingenieur van het Mijnwezen in Nederlandsch-Indië.

Voorrede.

Het „Derde Vervolg” van mijne „Opgave van geschriften, etc.” bevat vooreerst weder eene lijst van Aanvullingen en verbeteringen van die Opgave en van het Eerste en het Tweede Vervolg (alle drie opgenomen in deel I der Verhandelingen, geol. serie, van het Geol. mijnb. Genootschap voor Nederland en Koloniën), en verder eene lijst van de na 1 Februari 1915 geregistreerde werken (No. 2855—2965), afgesloten 1 Februari 1916.

Voor medewerking bij de samenstelling van dit Vervolg ben ik weder dank verschuldigd aan Professor DR. C. E. A. WICHMANN te Utrecht, MR. H. H. R. ROELOFS HEIJRMANS, Bibliothecaris der Technische Hoogeschool te Delft, den heer W. C. MULLER, Adjunct-Secretaris van het Kon. Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Ned. Indië, en den heer J. E. MEIJBOOM, oud-Inspecteur der Opiumregie in Nederlandsch-Indië, beiden te 's-Gravenhage. De laatste had weder de goedheid de drukproeven door te zien.

'S-GRAVENHAGE, 1 Februari 1916.

R. D. M. VERBEEK.

INHOUD.

	Bladz.
VOORREDE	145
INHOUD	146
AANVULLINGEN EN VERBETERINGEN VAN DE OPGAVE VAN GESCHRIFTEN	
OVER GEOLOGIE EN MIJNBOW VAN NEDERLANDSCH OOST-INDIË, EN	
VAN HET 1e EN 2e VERVOLG DER OPGAVE	147
NIEUWE NUMMERS (3e VERVOLG DER OPGAVE).	150
I. Java. No. 2855—2877.	150
II. Sumatra. No. 2878—2893	152
III. Bangka, Billiton, Riouw-Archipel, enz. No. 2894—2902	153
IV. West-Borneo. No. 2903—2904.	154
V. Noord-Borneo (Britsch), met Laboean, Broenai en Serawak.	
No. 2905—2907	154
VI. Zuid- en Oost-Borneo. No. 2908—2911	155
VII. Celebes. No. 2912—2919	155
VIII. Molukken (met Nederlandsch Nieuw-Guinea, den Timor-Archipel	
en de Kleine Soenda-eilanden). No. 2920—2942	156
X. Duitsch Nieuw-Guinea en Duitsch Polynesië. No. 2943—2948 .	158
XI. Britsch Nieuw-Guinea. No. 2949—2950	158
XII. Omliggende eilanden en streken. No. 2951—2965	159
1. Australië No. (2899)	159
2. Tasmanië. No. (2899) en 2951.	159
6. Philippijnen. No. 2952—2960	159
7. Straits Settlements, Birma en Siam. No. 2961—2963	159
12. St. Paulus en Nieuw-Amsterdam, met eilanden in het zuidelijke	
gedeelte van den Indischen en van den Atlantischen Oceaan.	
No. 2964—2965	160
ALPHABETISCH REGISTER	161

AANVULLINGEN EN VERBETERINGEN VAN DE OPGAVE VAN GESCHRIFTEN, ETC. EN VAN HET EERSTE EN HET TWEEDE VERVOLG VAN DIE OPGAVE.

(*Zie Verhandelingen van het Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, deel I (1912),
p. 31—248 ⁽¹⁾, deel I (1914), p. 293—318 en deel I (1915), p. 361—376.*)

Blz. ⁽²⁾ N^o.

- | | | |
|-----|-------|--|
| 44 | 117 | De volledige titel van het Mining Journal is: The mining Journal, railway and commercial Gazette. |
| 102 | 918 | Silliman, B., De titel van het bericht in Silliman's Journal 1818 is: Native sulphur from Java. Amer. Journ. of Science and Arts, I, Newhaven, 1818, p. 58—59 (Het bericht, zonder naam van den schrijver, is een uittreksel uit Leschenault's brief van 30 Sept. 1805, opgenomen in Annales du Muséum d'histoire naturelle, XVIII, Paris, 1811, pp. 425—446 (Zie onze nummers 588, p. 83 en 588 Aanv., p. 302). |
| 127 | 1284 | Jack, W., Het stuk werd voorgelezen den 18 April 1823, en gedrukt in Transact. of the geol. Soc., Vol. VI (= 2 ^d ser. Vol. I), Londen, 1824, p. 397—405. |
| 131 | 1350 | Neeb, E. A., Hierbij te voegen: Met korte mikroskopische en chemische gesteentebeschrijving door E. C. Abendanon, Jaarb. Mijnw. 1902, p. 131—138 en 140—141. |
| 149 | 1629 | Vermaes, S. J., Hierbij voegen: Ook afgedrukt in Jaarb. 1914/15 van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 281—285. |
| 218 | 2510 | Roth, J., Hierbij voegen als 2510a: Hetzelfde verkort in Monatsber. d. kön. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1872 [1873], p. 144—152. |
| 220 | 2529 | Crawford, J., Het oorspronkelijke stuk van J. Crawford, getiteld „Geological observations made on a voyage from Bengal to Siam and Cochinchina” komt niet voor in Transact. geol. Soc. (2) VIII, 1826, p. 406, maar in Transact. geol. Soc. (2) I, London, 1824, p. 406—408. |
| 305 | 2673b | Cotteau, E., Het uittreksel in het Spaansch van zijn „Voyage aux volcans de Java” is ook verschenen in Anales de la Sociedad Española de Historia natural, XV, Madrid, 1886, p. 205—232. |

⁽¹⁾ De overdrukken van dit stuk (p. 31—248) zijn zelfstandig gepagineerd: p. V—XXIV komen overeen met p. 31—50 en p. 1—198 met p. 51—248 van Deel I der Verhandelingen.

⁽²⁾ Bladzijden van Deel I der Verhandelingen van het Geol. mijnb. Genootschap, geologische serie, 's-Gravenhage 1912—1915.

- | Blz. | Nº. | |
|------|---------------------|---|
| 363 | 796 | Hierbij voegen: Mijne wezen, Errata, voorkomende in het Jaarb. v. h., 1914, Verhandelingen, Eerste deel, zijn opgenomen in hetzelfde deel, p. 222. |
| 363 | 969 | Hierbij voegen: Topogr. Dienst in Ned.-Indië, Jaarverslag, 10e jaargang, 1914, Batavia, 1915. |
| 364 | 238 | Bij dit tijdschrift staat: I 1912/15; dit moet zijn: I 1912/14. |
| 364 | (der Tijdschriften) | Aan de Lijst der Tijdschriften, Week- en Dagbladen moeten de volgende tijdschriften (N. 239—243) worden toegevoegd: |
| " | 239 | Jaarboekje (later Jaarboek) van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 1903—1911/12 verschenen te Delft, later te 's-Gravenhage. |
| " | 240 | Studenten Weekblad, Delft, Jaarg. I (1898/99), enz. |
| " | 241 | Studiën op godsdienstig, wetenschappelijk en letterkundig gebied. Later: Studiën. Tijdschrift voor godsdienst, wetenschap en letteren. Jaarg. 1. 's-Hertogenbosch, 1868/69 (later Utrecht, toen Nijmegen) — Jaarg. 47, 1915 (Deel 83 en 84), enz. |
| | | (De jaargangen 1—10 vormen 1 deel per jaar, de jaargangen 11—47 bestaan uit 2 deelen per jaar). |
| " | 242 | Technisch Studenten Tijdschrift. Delft, Jaarg. I (1910/11), enz. |
| " | 243 | Transactions of the American Institute of mining engineers. New York, Vol. I, 1871, etc. |
| 364 | 2697 | Ombilinmijnen, Verslag over 1913 van de, Hierbij voegen als 2697a: Referaat door N. Wing Easton in de Indische Mercur van 19 Maart 1915. |
| 364 | 2697 | Hierbij voegen: Het verslag van de Ombilinmijnen (en van den Sumatra-staatsspoorweg) over 1914 is verschenen in 1915. Batavia, Landsdrukkerij. |
| 365 | 2719 | Van L. Rutten's Studien über Foraminiferen aus Ost-Asië zijn verder verschenen: 2719 (7bis), 2719 (8) en 2719 (9). Zie de nummers 2874, 2910, 2907. |
| 366 | 2773 | Gent, L. F. van, De G. Raoeng op Java. Dit is geen overdruk, maar eene zelfstandige brochure, voor rekening van den schrijver gedrukt. |
| 367 | 2777 | Martin, K., Die Fauna des Obereocäns von Nanggulan, auf Java. Van dit werk is verder verschenen: B. Scaphopoda, Lamellibranchiata, Rhizopoda, und Allgemeiner Theil. Mit 2 Tafeln. Sammlungen Leiden, Neue Folge, Band II, Heft V (1915), p. 179—222. |
| 367 | 2783 | Verbeek, R. D. M., Bij dit nummer moet 's-Gravenhage, 1915, veranderd worden in 's-Gravenhage (1914). |
| 367 | 2785 | Brouwer, H. A., Hierbij voegen als 2785a: Hetzelfde verkort in het Duitsch, als: Ueber einen Granitkontakthof in Mittel-Sumatra. Geol. Rundschau, V, Leipzig, 1915, p. 551—554. Mit 1 Textfigur. |
| 368 | 2796 | Groothoff, C. T., Bij dit nummer moet I, 1915, veranderd worden in I (1914). |
| 371 | 2829 | Van het groote werk van J. Wanner „Paläontologie von Timor" zijn, na Lieferung I door O. A. Welter (zie N°. 2830), verschenen: Liefg. II (1915) door J. Felix (zie N°. 2927), R. Schubert (zie N°. 2938), H. Gerth (zie N°. 2928) en E. Jaworski (zie N°. 2931); Liefg. III (1915) door C. A. Haniel (zie N°. 2929); Liefg. IV (1915) door E. von Bülow (zie N°. 2925) en P. Vinassa de Regny (zie N°. 2937). |

- | Blz. | N ^o . | |
|------|------------------|---|
| 371 | 2832 | Wichmann, C. E. A., Hierbij voegen als 2832a: Hetzelfde in het Engelsch, als: On the tin of the island of Flores, Proceedings derzelfde vergadering (1914). |
| 372 | 2842 | Newton, R. Bullen, and Holland, R., Bij dit nummer moet 1900, p. 81—85 veranderd worden in 1900, N ^o . 81, p. 1—4. |
| 375 | | In het ALPHABETISCH REGISTER van het 2 ^{de} Vervolg is bij Palaeontologie, onder <i>Java</i> , het cijfer 2799 in 2779 te veranderen. |

NIEUWE NUMMERS (N^o. 2855—2965).

N.B. De indeeling der geschriften naar eilanden en eilandengroepen is geheel dezelfde als in het „Tweede Vervolg”.

De werken van algemeenen aard, die over den *geheelen* Archipel handelen, zijn weder bij Java ingedeeld.

I. J A V A.

No. 2855—2877.

2855. Aardbevingen en vulkanische uitbarstingen in den Indischen Archipel, In 1913 (Observatorium). Nat. Tijdschr. v. N. I., LXXIV, 2de aflev., 1914, p. 67—70 (Vulkanische eruptie's), p. 70—115 (Aardbevingen). (Vervolg van No. 2667).

2856. Abendanon, E. C., De geotektonische positie van den Nederlandsch Indischen Archipel. Handelingen van het XVe Nat. en Geneesk. Congres, gehouden te Amsterdam op 8, 9 en 10 April 1915. Overdruk 15 blz., met geologische schetskaart. Haarlem, 1915.

2857. ———, De geologie van den Indischen Archipel. Lezing, gehouden te Amsterdam op 24 April 1915 voor de Ned. Indische commissie van het Nederl. Onderwijzersgenootschap. Amsterd., 1915. 17 blz.

2858. Bemmelen, W. van, De Merapi voorheen en thans. Weekblad voor Indië, 1915, p. 273—275, 292—293 en 317—320.

2859. Brouwer, H. A., De vulkaan Raoeng (Oost-Java) en zijne erupties. Met 3 figuren. Jaarb. Mijnw. 1913, deel Verhandelingen, verschenen in 1915, p. 51—87.

2860. Cornelis, W., Atollen en barrièrerijsen in den Oost-Ind. archipel. Tijdschr. Kon. Ned. Aandr. Gen., 1915, p. 348—350.

2861. Dacqué, E., Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. Jena, 1915 (Over Ned. Indië handelen zeer kort: p. 25 (met kaartje), 109, 138 (met profiel), 215, 217, 335, 412 en 477—478).

2862. Easton, N. Wing, Rede, uitgesproken op 7 April 1915, bij gelegenheid van de onthulling van het borstbeeld van Dr. R. D. M. Verbeek in Pulchri Studio te 's-Gravenhage. 's-Gravenhage, 1915, Mouton en Co.

2863. ———, Referaat van het Jaarboek Mijnwezen 1912, Verhandelingen. De Indische Mercur, Jaarg. 38, 1915, p. 152—153.

2864. ———, Referaat van het Jaarboek Mijnwezen 1913, Verhandelingen. De Indische Mercur, Jaarg. 39, 1916, p. 59—60.

2865. Gracht, W. A. J. M. van Waterschoot van der, Rapport over de opsporing van delfstoffen in Nederlandsch Indië (Krachtens opdracht bij Kon. Besluit van 9 Juni 1913 No. 54). 's-Gravenhage, Landsdrukkerij, 1915. Met 2 kaarten.

2866. Gredilla y Gauna, Pumita del Krakatoa. Anales de la Soc. Esp. de Hist. nat., XVI, Madrid, 1887, p. 201—208.

2867. Grutterink, J. A., Rede ter nagedachtenis van Professor C. J. van Loon, m. i. (met portret), uitgesproken te Delft op 28 September 1915. Jaarboek 1914/15 van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 23—37. Ook in Studenten Weekblad, 18e Jaarg. No. 1, Delft 1 Oct. 1915. En in Technisch Studenten Tijdschrift, 5e Jaarg., Delft 1 Oct. 1915, p. 251—257.

2868. ———, Professor C. J. van Loon, m. i. † (met portret). Eigen Haard, 16 Oct. 1915 No. 42, p. 777—778.

2869. Houwink, L., De artesische boringen in het bekken van Batavia. Tijdschr. v. h. Kon. Instituut van Ingenieurs, Afd. Ned. Indië. Batavia, 1914, aflev. 2, p. 5—15. Met 20 figuren (Geschreven in 1913).

2870. Kemmerling, G. L. L., De geologie en de geomorphologie van Cheribon. Verslagen der geol. sectie van het Geol. mijnb. Genootschap voor Nederland en Koloniën, II, 's-Gravenhage (1915), p. 94—100.

2871. Niermeijer, J. F., Over de uitbarsting van den Raoen in 1593. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1915, p. 535—536.

2872. Petroleum, Petroleum-industrie in Nederlandsch-Indië. Voordrachten gehouden in de vergadering van het Kon. Instituut van Ingenieurs, Afd. Ned. Indië, te Weltevreden, op 9 Januari 1915, door Jhr. J. C. van Reigersberg Versluijs, P. Witkamp en W. J. Burck. De Ingenieur, 1915, No. 26, p. 531—537.

2873. Rouffaer, G. P., en IJzerman, J. W., De Eerste Scheepvaart der Nederlanders naar Oost-Indië onder Cornelis de Houtman, 1595—1597. Journalen, do-

cumenten, enz., uitgegeven en toegelicht door Rouffaer en IJzerman. I. D'Eerste Boeck van Willem Lodewijcksz. (Uitgave No. VII der Linschoten-Vereeniging, 's-Gravenhage, 1915). Op p. 181, in de noot 29, wordt gesproken over de groote eruptie van den Raoen in Oost-Java, in het laatst der 16de eeuw (Vergelijk Houtman No. 507, Niermeijer No. 2871, en mijne opmerking bij Junghuhn No. 532, alle in deze Literatuuropgave).

2874. Rutten, L., Zwei Fundstellen von Lepidocyclina aus Java (Nachtrag). Sammlungen Leiden, X, 1915, p. 1—3 (Is eene aanvulling (7bis) van No. 2779 = 2719 Aanv. 7).

2875. Sirks, M. J., Indisch natuuronderzoek. Academisch proefschrift. Amsterdam, 1915. In dit werk vindt men p. 240—253, in Hoofdstuk X, een overzicht der „Geologische ontdekkingen na 1850”, hoofdzakelijk volgens het overzicht, dat R. D. M. Verbeek in zijn Molukken-Verslag (1908), en later in Labberton's Geïllustreerd Handboek van Insulinde (1910) gaf.

2876. Verbeek, R. D. M., Opgave van geschriften over geologie en mijnbouw van Ned. Oost-Indië, 2de Vervolg. Verh. v. h. Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, I, 's-Gravenhage (1915), p. 361—376 (Is het vervolg van No. 2783).

(2855). Vulkanen, Voor eruptie's op Java in 1913, zie de aardbevingslijst No. 2855.

2877. Wolvekamp, H., Onderzoek van den Telaga Bodas in de afdeeling Tasik Malaja, res. Preanger Regentschappen. Jaarb. Mijnw. 1913, Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 88—100. Met kaartjes van het meer, schaal 1 : 20000 en 1 : 5000.

II. SUMATRA.

No. 2878—2893.

(2855). Aardbevingen, Zie voor de aardbevingen op Sumatra in 1913 de bij Java opgenoemde aardbevingslijst No. 2855 (Vervolg van No. 2667).

2878. Aernout, W. A. J., Korte mededeelingen over Indische delfstofafzettingen. II. *Soengei Pagoe*, Padangsche Bovenlanden. Jaarb. Mijnw. 1913, Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 7—10.

2879. Brouwer, H. A., Over den post-carbonischen ouderdom van granieten der Padangsche Bovenlanden. Verslag gew. verg. Wis- en Nat. Afd. der Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam van 27 Maart 1915, Deel XXIII, 1915, p. 1182—1190.

2880. ———, Erosieverschijnselen in puimsteentuffen der Padangsche Bovenlanden. Met 6 tekstfiguren. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1915, p. 338—345. Met correctie, Id. 1915, p. 907.

2881. ———, Bijdrage tot de geologie van Boven- Kampar en Rokan-streken (Midden-Sumatra). Met 1 geol. schetskaart en 2 figuren. Jaarb. Mijnw. 1913, deel Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 130—170 [Op p. 158—164 van dit geschrift geeft P. Tesch eene lijst van versteeningen uit de z.g. mergelzandsteenformatie, die volgens hem jong-tertiair is, en niet eoceen, waartoe Verbeek en Boettger die formatie vroeger (in 1883) rekenden. Hierbij had kunnen vermeld worden, dat Verbeek zelf reeds in 1891 den eoceenen ouderdom der étage's e_3 en e_4 heeft ingetrokken, en ze voor jong-tertiair heeft verklaard, op grond van de in beide étage's voorkomende lepidocyclinen. Zie R. D. M. Verbeek: Voorloopig bericht over nummulieten, orbitoïden en alveolinen van Java, etc. Nat. Tijdschr. v. N. I. Deel LI, Afl. 2 (verschenen in 1891), p. 101—138, en vooral p. 135—137].

2882. Dieckmann, W., Korte mededeelingen over Indische delfstofafzettingen. III. *Soengei Toeboh* (Rawas), res. Palembang. Jaarb. Mijnw. 1913, Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 11—14.

2883. Hirschi, H., Geologische Reise-skizze durch das Aequatoriale Sumatra. Mit Karten, 4 Abbildungen und einer Tabelle. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1915, p. 476—508. Correctie, Id. 1915, p. 716.

2884. Hogenraad, G. B., Een en ander over de mijn Salida. Jaarboek 1914/15 van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 259—280. Met 5 platen. Ook in Technisch Studenten Tijdschrift, Jaarg. 6 (1915/16), p. 1—12.

2885. [Jennissen, W. L.], Aardbevingen op Sumatra. Studiën, Deel 82, Nijmegen, 1914, p. 480—486 (Kort bericht over aardbevingen in de Pasoemah Oeloe Manna, op de hoofdplaats Tandjoeng Sakti, \pm 500 m. b. zee, op 12 Juni 1893 en 6 Januari 1900. Bij de laatstgenoemde beving „werd zijn pas gebouwd kerkje voor den grond geworpen”). Geteekend L. J.

2886. Lier, R. J. van, De Ombilin-kolenmijnen ter Sumatra's Westkust. De Indische Mercur, jaargang 38, 1915, p. 203—206. Overgenomen in Jaarboek 1914/15 van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 305—329. Met 14 afbeeldingen.

2887. ———, De edelmetaalafzettingen in Benkoelen. Jaarboek 1914/15 van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 245—257. Met 3 tekstfiguren. Ook in Technisch Studenten Tijdschrift, Jaarg. 6, 1915/16, p. 85—90.

2888. Müller-Herrings, P., Erz und Kohle auf Sumatra. Reisebericht. Glück auf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift, 51 Jahrg, 1915, No. 38, p. 913—920; No. 39,

p. 937—945; No. 40, p. 961—964 (Over de Redjang Lebong-mijn); No. 41, p. 985—989 (Over het Ombilin-kolenveld). Met 18 Textfiguren.

2889. Pontoppidan, H., Verslag van een reis naar het eiland Enggano. Jaarb. Mijnw. 1913, Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 36—38. Met 1 geol. schetskaart van het eiland Enggano, schaal 1:200.000.

2890. Rolker, C. M., The alluvial tin deposits of Siak, Sumatra. Transact. Americ. Institute of mining engineers, New York, Vol. XX, June—Oct. 1891 [1892], p. 50—84. With 10 textfigures (2 maps).

2891. Rueb, J., De Mangani-gang [West-Sumatra]. Jaarboek 1914/15 van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 229—244. Met 2 tekst-

figuren. Ook in Technisch Studenten Tijdschrift, Jaarg. 5, 1914/15, p. 228—235.

2892. Veth, C. G., De Portland-cement-fabriek te Padang. Jaarboek 1914/15 van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 297—304. Met 12 platen (Overdruk uit de Indische Mercur van 7 Mei 1912).

(2855). Vulkanen, Voor eruptie's op Sumatra in 1913, zie de aardbevingslijst No. 2855.

2893. Zwierzycki, J., Voorloopig onderzoek van fossielen, afkomstig van eenige vindplaatsen op Sumatra (Kroë, res. Benkoelen, en Lipai, bij Bankinang, Padangsche Bovenlanden). Jaarb. Mijnw. 1913, Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 101—129. Met 1 schetskaartje van een gedeelte der afdeeling Kroë, schaal 1:200.000.

III. BANGKA, BILLITON, RIOUW-ARCHIPEL, enz.

(DE TIN-EILANDEN).

No. 2894—2902.

(2855). Aardbevingen, Zie voor de aardbevingen op Bangka in 1913 de bij Java opgenoemde aardbevingslijst No. 2855.

2894. Bos, B., De tinontginning op Singkep. De Indische Mercur, jaarg. 38, 1915, p. 21—23.

2895. Dach, R., Ueber das Vorkommen und den Abbau der Zinnseifen auf der Insel Karimon. Berg- und Hüttenm. Zeitung 22, Freiberg, 1863, p. 337—338.

2896. Faber, B. von, Eenige mededeelingen over Banka en het Gouvernements-tinbedrijf aldaar. Jaarboek 1914/15 van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 193—225. Met 7 platen.

Hierbij behoort eene losse bijlage bij het

Jaarboek 1914/15, bevattende 3 toevoegingen tot het bovengenoemde verslag (10 pag. met 4 tekstfiguren).

2897. Grutterink, J. A., Enkele minder bekende mineralen uit Indië (*Skorodiet* van Billiton, met scheikundige analyse door Mej. A. M. D. Langezaal; *plumbogummiet* van Billiton). Verslagen van de geol. sectie van het Geol. mijnb. Genootschap voor Nederland en Koloniën, Deel II, 's-Gravenhage (1915), p. 17—18.

2898. Lely, C. W. A., Over de winning en verwerking van alluviaal tinerts op Billiton en de moderniseering van het bedrijf. Jaarboek 1914/15 van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 55—66.

2899. Louis, H., The production of tin. The mining Journal, railway and commercial Gazette. Vol. LXIX, London, 1899 (A series of 10 articles, May 6, p. 516—July 8, p. 804. With map. Separate copy, p. 1—39; p. 18—25 Malay Peninsula (Straits Settlements and Federated Malay States), p. 25—27 Malay Archipelago (Banka, Billiton, Singkep), p. 29—31 Tasmania, p. 31 New South Wales, p. 35—36 Bolivia).

2900. Rueb, J., Ontstaan der alluviale tinertsafzettingen op Banka en Billiton. De Ingenieur van 30 Jan. 1915, No. 5, p. 90—92. Ook in Jaarboek 1914/15 der

Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 287—296.

2901. Rueb, J., Exploratie naar gangtinertsen op Billiton en het verwerken van deze ertsen. Jaarboek 1914/15 van de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, 's-Gravenhage, 1915, p. 147—188.

2902. Tin, Jaarverslag van de winning, het vervoer en den verkoop van Banka-tin over het exploitatiejaar 1913. Batavia, 1915, VI en 235 blz. Met kaarten, platen en graphische voorstellingen. Is het vervolg van No. 2799.

IV. WEST-BORNEO.

No. 2903—2904.

2903. Hövig, P., Korte mededeelingen over Indische delfstofafzettingen. I. *Sintoeroe*, Westerafdeeling van Borneo. Jaarb. Mijnw. 1913, Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 1—7. Met 2 tekstfiguren.

2904. Molengraaff, G. A. F., Over mangaanknollen in mesozoïsche diepzeeafzettingen van Borneo (Timor en Rotti), hun beteekenis en hun wijze van ontstaan. Verslag gew. verg. Wis- en Nat. Afd. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam van 30

Jan. 1915, Deel XXIII, p. 1058—1073. Met 1 plaat.

2904a. Molengraaff, G. A. F., Hetzelfde (met enkele kleine wijzigingen) in het Engelsch, als: On the occurrence of nodules of manganese in mesozoic deep-sea deposits from Borneo (Timor and Rotti) their significance and mode of formation. Proceedings der gew. verg. Wis- en Nat. Afd. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam van 25 Sept. 1915, Deel XXIV, p. 415—430. With 1 plate.

V. NOORD-BORNEO (BRITSCH).

(MET LABOEAN, BROENAI EN SERAWAK).

No. 2905—2907.

2905. Mueller, F. P., Tektite from British Borneo. The Geol. Magazine, 1915, p. 206—211. With 2 textfigures (Met scheikundige analyse van Dr. Hinden te Bazel).

2906. Pilz, R., Geologische Studien in Britisch Nord-Borneo. Jahresbericht der

Freiberger Geol. Gesellschaft, VI (1913), p. 12—39. Mit Karte.

2907. Rutton, L., Tertiäre Foraminiferen von den Inseln Balambangan und Banguey, nördlich von Borneo. Sammlungen Leiden (1915), Band X, p. 11—17 (zie 2719 Aanv. 9).

VI. ZUID- EN OOST-BORNEO.

No. 2908—2911.

(2855). Aardbevingen, Zie voor de aardbevingen in Zuid- en Oost-Borneo in 1913 de bij Java opgenoemde aardbevingslijst No. 2855.

2908. Kemmerling, G. L. L., Topografische en geologische beschrijving van het stroomgebied van de Barito, in hoofdzaak wat de Doesoelanden betreft Met een geol. topogr. schetskaart van het stroomgebied der S. Barito, schaal 1:750.000, 8 foto's en 13 tekstfiguren. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1915. Geografische beschrijving, p. 575—641. Geologische beschrijving, p. 717—774. Naschrift, Idem, 1916, p. 105—107.

2909. Munniks de Jongh, W. D.,

Aanteekeningen over de Tidoengsche landen, res. Zuid- en Ooster-Afdeeling van Borneo. Jaarb. Mijnw. 1913, Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 22—35. Met 1 geol. overzichtskaart van een deel der Tidoengsche landen, N.O. Borneo, schaal 1:500.000.

2910. Rutten, L., Vier Eozänvorkommen aus Ost-Borneo. Sammlungen Leiden (1915), Band X, p. 3—10. Mit 2 Tafeln (zie 2719 Aanv. 8).

2911. Voit, F. W., Geologisch-bergmännische Reiseskizzen aus Borneo (Kutei und Pasir). Berg- und Hüttenm. Zeitung, 58, Leipzig, 1899, p. 445—447, p. 457—459 (steenkolen, petroleum, goud).

VII. CELEBES.

No. 2912—2919.

2912. Abendanon, E. C., Geologische en geographische doorkruisingen van Midden-Celebes. Deel I en deel II, Leiden, 1915. Met kaarten en platen.

2913. ———, Celebes uit of in de Tethys? Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1915, p. 358—365 (Is een antwoord op het geschrift No. 2917 van van Waterschoot van der Gracht).

2914. Abendanon, E. C., en Vermaes, S. J., Nota's betreffende het voorkomen van nikkel- en ijzerertsen in het Verbeek-gebergte, tusschen Midden-Celebes en het Zuid-oostelijk Schiereiland. 1915 (Niet in den handel).

2915. Brouwer, H. A., Het vulkaan-eiland Roeang (Sangi-eil.), na de eruptie van 1914. Met tekstfiguur. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1916, p. 89—94.

2916. Dollfus, G. F., Paléontologie du voyage à l'île Célèbes de M. E. C. Abendanon. Avec 4 planches. Leide, 1915.

2917. Gracht, W. A. J. M. van Waterschoot van der, Voorloopige mededeeling in zake de geologie van Centraal Celebes. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1915, p. 188—204. Met 1 photo.

2918. Komorowicz, M. Baron von, De aardbevingen in de residentie Menado op 14 Maart 1913. Jaarb. Mijnw. 1913, Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 39—50. Met 1 kaartje van de Sangi- en Talaudeilanden, res. Menado, schaal 1:2.500.000.

2919. Steiger, H. von, Petrografische beschrijving van eenige gesteenten uit de onderafdeeling Pangkadjene en het landschap Tanette van het Gouvernement

Celebes en Onderhoorigheden. Jaarb. Mijnw. 1913, Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 171—227. Met 1 geol. schetskaart van een gedeelte der afdeelingen Makasser en Boni, schaal 1 : 150.000, samengesteld naar

de verslagen van C. W. A. P. 't Hoen.

(2855). Vulkanen, Voor eruptie's op Celebes in 1913, zie de bij Java opgenoemde aardbevingslijst No. 2855.

VIII. MOLUKKEN.

(MET NEDERLANDSCH NIEUW-GUINEA, DEN TIMOR-ARCHIPEL EN DE KLEINE SOENDA-EILANDEN).

No. 2920—2942.

(2855). Aardbevingen, Zie voor de aardbevingen in de Molukken in 1913 de bij Java opgenoemde aardbevingslijst No. 2855.

2920. Broili, F., Permische Brachiopoden der Insel Letti; met pl. XXI; p. 185—207 (zie Molengraaff 2933, I, 5).

2921. Brouwer, H. A., Over de geologie der Soela-eilanden. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1915, p. 509—512.

2922. ———, Reisbericht omtrent geologische verkenningstochten op verschillende eilanden der Molukken. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1915, p. 825—830 en 1916, p. 83—89 (Is het vervolg van No. 2921).

2923. ———, Gesteenten van het eiland Letti, met pl. XI—XVI en 3 tekstfiguren; p. 89—159 (Zie Molengraaff 2933, I, 2).

2924. ———, Over de tektoniek der oostelijke Molukken. Verslag v. d. gew. vergad. der Wis- en Nat. Afd. der Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam van 27 Nov. 1915, Deel XXIV, p. 987—994.

2925. Bülow, E. von, Orthoceren und Belemniten der Trias von Timor. Mit 6

Tafeln und 24 Textfiguren. Stuttgart, 1915 (Lieferung IV, p. 1—72, von J. Wanner, Paläontologie von Timor, zie 2829 Aanv.).

2926. Escher, B. G., Mikro-karren op magnesiet en kalksteen [van het eiland Letti], met pl. XXII—XXV; p. 209—221 (zie Molengraaff 2933, I, 6).

2927. Felix, J., Jungtertiäre und quartäre Anthozoen von Timor und Obi. I Theil. Mit 2 Tafeln. Stuttgart, 1915 (Lieferung II, p. 1—46, von J. Wanner, Paläontologie von Timor, zie 2829 Aanv.).

2928. Gerth, H., Die Heterastridien von Timor. Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren. Stuttgart, 1915 (Lieferung II, p. 61—70, von J. Wanner, Paläontologie von Timor, zie 2829 Aanv.).

2929. Haniel, C. A., Die Cephalopoden der Dyas von Timor. Mit 11 Tafeln und 38 Textfiguren. Stuttgart, 1915 (Lieferung III von J. Wanner, Paläontologie von Timor, zie 2829 Aanv.).

2930. ———, Ammoniten aus dem Perm der Insel Letti; met 1 portret, pl. XVI en 1 tekstfiguur; p. 161—166 (zie Molengraaff 2933, I, 3).

2931. Jaworski, E., Die Fauna der obertriadischen Nuculamergel von Misol. Mit 3 Tafeln Stuttgart, 1915 (Lieferung II, p. 71—174, von J. Wanner, Paläontologie von Timor, zie 2829 Aanv.).

2932. Molengraaff, G. A. F., Het eiland Timor. Verslag van eene lezing van Professor Molengraaff voor de Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft, door C. S. van Haeften. Technisch Studenten Tijdschrift, Jaarg. 3, Delft, 1912/13, p. 268—270.

(2904). ———, Over mangaanknollen in mesozoïsche diepzeeafzettingen van (Borneo) Timor en Rotti, etc. Verslag gew. verg. Wis- en Nat. Afd. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam van 30 Jan. 1915, Deel XXIII, p. 1058—1073. Met 1 plaat.

(2904a). ———, Hetzelfde (met enkele kleine wijzigingen) in het Engelsch, als: On the occurrence of nodules of manganese in mesozoic deep-sea deposits from (Borneo) Timor and Rotti, etc. Proceedings der gew. verg. van 25 September 1915, Deel XXIV, p. 415—430. With 1 plate.

2933. ———, Nederlandsche Timor-expeditie 1910—1912.

1. De geologie van het eiland Letti. Jaarboek Mijnwezen 1914, Verhandelingen, Eerste deel, 1915.

p. VII—VIII en p. 1—87 bevat: 1. Geografische en geologische beschrijving door G. A. F. Molengraaff, met pl. I—X, 4 tekstfiguren en een atlas.

Verder bevat dit werk bijdragen van:

2. H. A. Brouwer (zie No. 2923), 3. C. A. Haniel (zie No. 2930), 4. R. J. Schubert (zie No. 2939), 5. F. Broili (zie No. 2920), en 6. B. G. Escher (zie No. 2926).

2934. ———, Folded mountain chains, overthrust sheets and block-faulted mountains in the East Indian Archipelago. With sketch map and 4 sections (Extracted from *Compte-rendu du XIIe Congrès géologique international*, Toronto, 1913). Ottawa, 1915, p. 689—702.

2935. Molengraaff, G. A. F., L'expédition Néerlandaise à Timor en 1910—1912. Archives Néerlandaises, série III B, tome II (1915), pp. 395—404.

2936. Pannekoek van Rheden, J. J., Voorloopige mededeelingen over de geologie van Soembawa. Jaarb. Mijnw. 1913, Verhandelingen (verschenen in 1915), p. 15—21. Met 1 geol. schetskaart van het westelijke gedeelte van Soembawa, schaal 1 : 500.000, en 1 profiel.

2937. Regny, P. Vinassa de, Triadische Algen, Spongien, Anthozoen en Bryozoen aus Timor. Mit 10 Tafeln und 3 Textfiguren. Stuttgart, 1915 (Lieferung IV, p. 73—118, von J. Wanner, Paläontologie von Timor, zie 2829 Aanv.).

2938. Schubert, R. [ook R. J.], Die Foraminiferen des jüngeren Paläozoikums von Timor. Mit 3 Tafeln und 2 Textfiguren. Stuttgart, 1915 (Lieferung II, p. 47—60, von J. Wanner, Paläontologie von Timor zie 2829 Aanv.).

2939. ———, Ueber Foraminiferengesteine der Insel Letti; met 1 portret, pl. XVIII—XX; p. 167—184 (zie Molengraaff 2933, I, 4).

2940. Soergel, W., Unterer Dogger von Jeffbie (Misolarchipel). Ein Nachtrag zur Stratigraphie und Biologie. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. LXVII, 1915, Monatsbericht No. 3, p. 99—109 (Is een vervolg van No. 2747).

2941. Suchtelen, Jhr. B. C. C. M. M. van, Drie kratermeren op den vulkaan Geli moetoe (Midden Flores). Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1915, p. 676—677.

2942. Wichmann, C. E. A., Over phosphoriet van het eiland Ajawi. Met 1 tekstfiguur. Verslag gew. verg. Wis- en Nat. Afd. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam van 29 Mei 1915, Deel XXIV, p. 136—142.

2942a. ———, Hetzelfde in het Engelsch, als: On phosphorite of the isle of Ajawi. Proceedings derzelfde vergadering (1915).

X. DUITSCH NIEUW-GUINEA EN DUITSCH POLYNESIË.

No. 2943—2948.

2943. Glaessner, R., Beitrag zur Kenntniss der Eruptivgesteine des Bismarck-Archipels und der Salomon-Inseln. Beiträge zur geol. Erforschung der deutschen Schutzgebiete, Heft 10, Berlin, 1915 (p. 1—87).

2944. Lehmann, E., Petrographische Untersuchungen an Eruptivgesteinen von der Insel Neupommern. Mit 1 Tafel und 6 Textfiguren. Tschermak's Min. und petrogr. Mitteilungen, Neue Folge, XXVII, 1908, p. 181—243.

2945. Pflüger, A., Einige geologische Bemerkungen über den Bismarck-Archipel. Mitteil. aus den deutschen Schutzgebieten, Band XIV, Berlin, 1901, p. 131—138.

2946. Sapper, K., Beiträge zur Landes-

kunde von Neu-Mecklenburg und seinen Nachbarinseln. Mitteil. aus den deutschen Schutzgebieten, Ergänzungsheft No. 3, Berlin, 1910, p. 1—130. Hierin: *Geologie*, p. 47—61 (Met geol. schetskaarten van Nieuw-Hannover, Nieuw-Mecklenburg, en omliggende eilanden).

2947. Sapper, K., Aus den Schutzgebieten der Südsee. Mitteil. aus den deutschen Schutzgebieten, Band XXIII, Berlin, 1910. Insel Buka, p. 193—206. Hierin: *Geologie*, p. 200—202 (Met geol. schetskaart en profiel).

2948. ———, Eine Durchquerung von Bougainville. Mitteil. aus den deutschen Schutzgebieten, Band XXIII, Berlin, 1910, p. 206—217. Hierin: *Geologie*, p. 215—216 (Met kaartje en profiel).

XI. BRITSCH NIEUW-GUINEA.

No. 2949—2950.

2949. Carne, J. E., Notes on the occurrence of coal, petroleum and copper in Papua. Bulletin No. 1 of the territory of Papua, Sydney, 1913. With 29 plates, 23 figures in text, 3 plates of geological sections and map.

2950. Wade, A., Report on petroleum in Papua. Sydney, 1915 (Een uittreksel in Geol. Magazine, 1915, p. 427).

XII. OMLIGGENDE EILANDEN EN STREKEN.

No. 2951—2965.

1. AUSTRALIË.

No. (2899).

(2899). Louis, H., The production of tin. The mining Journal, railway and commercial Gazette, Vol. LXIX, London, 1899 (Separate copy, p. 31, New South Wales).

2. TASMANIË.

No. (2899) en 2951.

(2899). Louis, H., The production of tin. The mining Journal, railway and commercial Gazette, Vol. LXIX, London, 1899 (Separate copy, p. 29—31, Tasmania).

2951. Noetling, F., Beiträge zur Kenntnis der Zinnerzlagertstätten in Tasmanien. Neues Jahrb. f. Min., Beilage-Band XXXIX (Festschrift Max Bauer gewidmet), 1914, p. 346—387. Mit 3 Tafeln.

6. PHILIPPIJNEN.

No. 2952—2960.

2952. Abella y Casariego, E., Descripción física, geol. y min. de la Isla de Panay. Manila, 1890.

2953. Pratt, W. E., Petroleum and residual bitumens in Leyte. The Philippine Journal of Science, Section A, X, 1915, p. 241—279. With one plate and two textfigures.

2954. ———, On the occurrence of petroleum in the province of Cebu. The Philippine Journal of Science, Section A, X, 1915, p. 281—287. With two textfigures.

2955. ———, The persistence of Philippine coal beds. The Philippine Journal of Science, Section A, X, 1915, p. 289—301. With 3 textfigures.

2956. Pratt, W. E., Geologic reconnaissance in Caramoan Peninsula, Camarines Province. The Philippine Journal of Science, Section A, X, 1915, p. 303—321. With one plate and 2 textfigures.

2957. ———, Iron ore on Calambayanga island, Mambulao, Camarines. The Philippine Journal of Science, Section A, X, 1915, p. 323—333. With 2 textfigures.

2958. Pratt, W. E., and Lednický, V. E., Iron ore in Surigao Province. The Philippine Journal of Science, Section A, X, 1915, p. 335—347. With one plate and 1 textfigure.

2959. Smith, W. D., Notes on a geologic reconnaissance of Mountain province, Luzon, P. I. The Philippine Journal of Science, Sect. A, X, 1915, p. 177—210. With 5 plates and 5 textfigures.

2960. ———, Notes on the geology of Panay. The Philippine Journal of Science, Sect. A, X, 1915, p. 211—229. With 1 plate and 3 textfigures.

7. STRAITS SETTLEMENTS

(*Rechtstreeks bestuurd gebied en inlandsche staten*)

BIRMA, SIAM.

No. 2961—2963.

2961. Cotter, G. de P., Notes on the value of nummulites as zone fossils, with a description of some Burmese species. With 3 plates. Records of the geol. survey of India, XLIV, part 1, Calcutta, 1914, p. 52—84 [Op p. 54—56 wordt gehandeld over den ouderdom der nummulieten- en orbitoïden-houdende lagen van Java en van Zuidoost-Borneo, volgens Verbeek en Fennema's „Java” (1896), zonder vermelding intusschen, dat die ouderdomsbe-

paling in Verbeek's Molukken-Verslag (1908) belangrijke wijzigingen heeft ondergaan].

(2897). Grutterink, J. A., Enkele minder bekende mineralen uit Indië (*Strüveriet* van Perak, Federated Malay States; met scheikundige analyse van S. J. Johnstone, overgenomen uit T. Crook and S. J. Johnstone, *Min. Mag.*, XVI, 1912, p. 224—231). Verslagen van de geol. sectie van het Geol. mijnb. Genootschap voor Nederland en Koloniën, Deel II, 's-Gravenhage (1915), p. 18—19. Zie ook een bericht over dezen *strüveriet* in de Indische Gids, 1913 I, p. 543—544.

2962. Jones, W. R., The origin of the tin-ore deposits of the Kinta District, Perak (Federated Malay States). Read June 23, 1915. *Quarterl. Journal Geol. Soc.* No. 281, 1915, *Proceedings Geol. Soc.* p. LXXXI (Een uittreksel in *Geol. Magazine*, 1915, p. 381—382).

2963. ———, Mineralization in Malaya. I. *The Mining Magazine*, XIII, No. 4, London, October 1915, p. 195—202, illustrated (Over tinertsgangen).

(2899). Louis, H., The production of tin. *The Mining Journal, railway and commercial Gazette*, LXIX, London, 1899 (Separate copy, p. 18—25, Malay Peninsula, Straits Settlements and Federated Malay States).

12. ST. PAULUS EN NIEUW-AMSTERDAM.

Met eilanden in het zuidelijke gedeelte van den Indischen en van den Atlantischen Oceaan.

No. 2964—2965.

2964. Tate, R., On the occurrence of marine fossiliferous rocks at Kerguelen Island. *Transact. Roy. Soc. South-Australia*, Vol. XXIV, Adelaide, 1900, p. 104—108. With 2 plates (Jong-tertiaire versteeningen).

2965. Zirkel, F., und Reinisch R., Untersuchung des vor Enderby-Land gedrehten Gesteinsmaterials. *Deutsche Tiefsee-Expedition 1898/99, Band X*, 1905. *Petrographie*, I. Mit 1 Tafel und 6 Abbildungen im Text.

ALPHABETISCH REGISTER

HOOFDZAKELIJK AUTOREN-REGISTER; VOOR ENKELE
BELANGRIJKE GROEPEN EN VOOR DE ANONIEM VER-
SCHENEN GESCHRIFTEN TEVENS ZAAK-REGISTER.

DE NIEUWE WERKEN ZIJN AANGEDUID DOOR DE
NUMMERS 2855—2965 VAN HET „DERDE VER-
VOLG”, NIET DOOR PAGINA’S.

VOOR DE OUDE NUMMERS, WAARBIJ „AANV.” IS VERMELD,
ZIE MEN DE RUBRIEK „AANVULLINGEN EN VER-
BETERINGEN” OP BLADZIJDE 147 VAN DIT VERVOLG.

Over Java	handelen No.	2855—2877.
„ Sumatra	„ „	2878—2893.
„ Bangka, Billiton, Riouw-Archipel, enz.	„ „	2894—2902.
„ West-Borneo	„ „	2903—2904.
„ Noord-Borneo (Britsch).(Met Laboean, Broenai en Serawak)	„ „	2905—2907.
„ Zuid- en Oost-Borneo	„ „	2908—2911.
„ Celebes	„ „	2912—2919.
„ Molukken (met Nederlandsch Nieuw- Guinea, den Timor-Archipel en de Kleine Soenda-eilanden)	„ „	2920—2942.
„ Duitsch Nieuw-Guinea en Duitsch Polynesië	„ „	2943—2948.
„ Britsch Nieuw-Guinea	„ „	2949—2950.
„ Omliggende eilanden en streken	„ „	2951—2965.

Aardbevingen; aardbevingslijsten,

Java. 2855.

Sumatra. (2855), 2885 (zie Jen-
nissen).

Bangka. (2855).

Zuid- en Oost-Borneo. (2855).

Celebes. 2918 (zie v. Komorowicz).

Molukken. (2855).

Abella y Casariego, E., 2952.

Abendanon, E. C., 1350 Aanv. (zie Neeb),
2856, 2857, 2912, 2913, 2916 (zie Doll-
fus).

Abendanon, E. C., en Vermaes, S. J., 2914.

Aernout, W. A. J., 2878.

Alphabetisch Register van het 2e Vervolg,
zie Aanv. onder „Bldz. 375”.

- Analysen, Scheikundige,
 b. Van gesteenten, mineralen, enz.
 Billiton. 2897.
 Noord-Borneo. 2905.
 Omliggende streken. (2897).
- B**emmelen, W. van, 2858.
 Boettger, O., 2881 (zie Brouwer).
 Boringen, 2869 (zie Houwink).
 Bos, B., 2894.
 Broili, F., 2920.
 Brouwer, H. A., 2785 Aanv., 2859; 2879, 2880,
 2881; 2915, 2921, 2922, 2923, 2924.
 Bülow, E. von, 2925.
 Burck, W. J., 2872 (zie Petroleum).
- C**arne, J. E., 2949.
 Cornelis, W., 2860.
 Cotteau, E., 2673*b* Aanv.
 Cotter, G. de P., 2961.
 Crawford, J., 2529 Aanv.
 Crook, T., (2897). (zie Grutterink, Straits).
- D**ach, R., 2895.
 Dacqué, E., 2861.
 Dieckmann, W., 2882.
 Dollfus, G. F., 2916.
- E**aston, N. Wing, 2697 Aanv. (zie Ombi-
 linmijnen), 2862, 2863, 2864.
 Escher, B. G., 2926.
- F**aber, B. von, 2896.
 Felix, J., 2927.
- G**ent, L. F. van, 2773 Aanv.
 Gerth, H., 2928.
 Glaessner, R., 2943.
 Goud, 2884 (Zie Hogenraad), 2887 (zie van
 Lier), 2888 (zie Müller-Herrings), 2891 (zie
 Rueb), 2911 (zie Voit).
 Gracht, W. A. J. M. van Waterschoot van
 der, 2865, 2917.
 Gredilla y Gauna, 2866.
 Groothoff, C. T., 2796 Aanv.
 Grutterink, J. A., 2867, 2868, 2897 (Bangka
 en Straits).
- H**aeften, C. S. van, 2932 (zie Molengraaff).
 Haniel, C. A., 2929, 2930.
 Hinden, 2905 (zie Mueller).
- Hirschi, H., 2883.
 't Hoen, C. W. A. P., 2919 (zie v. Steiger).
 Hogenraad, G. B., 2884.
 Houwink, L., 2869.
 Hövig, P., 2903.
- J**ack, W., 1284 Aanv.
 Jaworski, E., 2931.
 Jennissen, W. L., 2885.
 Johnstone, S. J., (2897). (zie Grutterink,
 Straits).
 Jones, W. R., 2962, 2963.
- K**emmerling, G. L. L., 2870, 2908.
 Kolen (Steenkolen), 2697 Aanv., 2886 (zie
 van Lier), 2888 (zie Müller-Herrings), 2911
 (zie Voit), 2949 (zie Carne), 2955 (zie
 Pratt).
 Komorowicz, M. Baron von, 2918.
 Kopererts, 2949 (zie Carne).
- L**angezaal, Mej. A. M. D., 2897 (zie Grutte-
 rink, Bangka).
 Lednicky, V. E., 2958 (zie Pratt and Led-
 nicky).
 Lehmann, E., 2944.
 Lely, C. W. A., 2898.
 Lier, R. J. van, 2886, 2887.
 Lodewijcksz., W., 2873 (zie Rouffaer en
 Ijzerman).
 Louis, H., 2899 (Bangka, Australië, Tas-
 manië, Straits).
- M**angaanerts, 2904, 2904*a* (zie Molengraaff,
 West-Borneo en Molukken).
 Martin, K., 2777 Aanv.
 Mineralen, 2897 (zie Grutterink).
 Molengraaff, G. A. F., 2904, 2904*a* (West-
 Borneo en Molukken), 2932, 2933, 2934,
 2935.
 Mueller, F. P., 2905.
 Müller-Herrings, P., 2888.
 Munniks de Jongh, W. D., 2909.
 Mijnwezen, Errata in het Jaarboek van het,
 796 Aanv.
- N**ecrologieën van mijningenieurs in Ned.
 Indië, 2867 en 2868 (zie Grutterink).
 Neeb, E. A., 1350 Aanv.
 Newton, R. Bullen, and Holland, R., 2842
 Aanv.

Niermeijer, J. F., 2871.
 Nikkelerts, 2914 (zie Abendanon en Vermaes).
 Noetling, F., 2951.

Ombilinmijnen, Verslagen, 2697 Aanv.

Palaeontologie (Beschrijvingen van versteeningen, met en zonder afbeeldingen), *Java*. 2719 Aanv. 7bis = 2874, 2777 Aanv. *Sumatra*. 2881, 2893.

Noord-Borneo. 2719 Aanv. 9 = 2907.

Zuid- en Oost-Borneo. 2719 Aanv. 8 = 2910. *Celebes*. 2916.

Molukken. 2829 Aanv., 2920, 2925, 2927, 2928, 2929, 2930, 2931, 2937, 2938, 2939, 2940.

Omliggende eilanden en streken. 2961, 2964.

Pannekoek van Rheden, J. J., 2936.

Petroleum, 2872, 2911 (zie Voit), 2949 (zie Carne), 2950 (zie Wade), 2953 (zie Pratt), 2954 (zie Pratt).

Pflüger, A., 2945.

Phosphoriet, 2942, 2942a (zie Wichmann).

Pilz, R., 2906.

Pontoppidan, H., 2889.

Pratt, W. E., 2953, 2954, 2955, 2956, 2957.

Pratt, W. E., and Lednický, V. E., 2958.

Regny, P. Vinassa de, 2937.

Reinisch, R., 2965 (Zie Zirkel und Reinisch).

Rolker, C. M., 2890.

Roth, J., 2510 Aanv.

Rouffaer, G. P., 2873 (zie Rouffaer en IJzerman).

Rueb, J., 2891, 2900, 2901.

Rutten, L., 2719 Aanv. 7bis = 2874, 2719 Aanv. 9 = 2907, 2719 Aanv. 8 = 2910.

Sapper, K., 2946, 2947, 2948.

Schubert, R. (ook R. J.), 2938, 2939.

Silliman, B., 918 Aanv.

Sirks, M. J., 2875.

Smith, W. D., 2959, 2960.

Soergel, W., 2940.

Steenkolen, zie Kolen.

Steiger, H. von, 2919.

Suchtelen, Jhr. B. C. C. M. M. van, 2941.

Tate, R., 2964.

Tesch, P., 2881 (zie Brouwer).

Tin, tinerts, tinmijnen, 1629 Aanv., 2832 Aanv., 2890 (zie Rolker), 2894 (zie Bos), 2895 (zie Dach), 2896 (zie v. Faber), 2898 (zie Lely), 2899 (zie Louis, Bangka, Australië, Tasmanië, Straits), 2900 en 2901 (zie Rueb), 2902; 2951 (zie Noetling), 2962 en 2963 (zie Jones).

Topogr. Dienst in Ned. Indië, Jaarverslagen van den, 969 Aanv.

Tijdschriften, 117 (der tijdschr.) Aanv., 238 (der tijdschr.) Aanv., 239—243 (der tijdschr.), zie Aanv.

Verbeek, R. D. M., 2783 Aanv., 2876, 2881 (zie Brouwer).

Vermaes, S. J., 1629 Aanv., 2914 (zie Abendanon en Vermaes).

Versluijs, Jhr. J. C. van Reigersberg, 2872 (zie Petroleum).

Veth, C. G., 2892.

Voit, F. W., 2911.

Vulkanen, Berichten over, 2858, 2877, 2915, 2941.

Vulkanen, Eruptie's (Uitbarstingen) van, *Java*. (2855), 2859, 2871, 2873.

Sumatra. (2855).

Celebes. (2855).

Wade, A., 2950.

Wanner, J., 2829 Aanv.

Wichmann, C. E. A., 2832 Aanv., 2942, 2942a.

Witkamp, P., 2872 (zie Petroleum).

Wolvekamp, H., 2877.

IJzererts, 2914 (zie Abendanon en Vermaes), 2957 (zie Pratt), 2958 (zie Pratt and Lednický).

IJzerman, J. W., 2873 (zie Rouffaer en IJzerman).

Zilver, 2884 (zie Hogenraad), 2887 (zie van Lier), 2888 (zie Müller-Herrings), 2891 (zie Rueb).

Zirkel, F., 2965 (zie Zirkel und Reinisch).

Zwierzycki, J., 2893.

Van de Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën verschenen de volgende stukken:

Mijnbouwkundige Serie. Deel I. f 15.—

EERSTE STUK. (f 0.65). †)

- J. C. F. BUNGE, De ontwikkeling van het Staatsmijnbedrijf „ 1.—
W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, De steenkool en de kolenmijnbouw in den modernen tijd, eene technisch-economische studie „ 1.—

TWEEDE STUK. (f 1.50).

- J. A. GRUTTERINK, De Santa Barbara Fosfaatmijn op het eiland Curaçao. *)
J. A. GRUTTERINK, De Fosfaatmarkt. Een technisch-commercieele studie over de behoefte aan, de productie en waarde van Fosfaat. *)

DERDE STUK. (f 0.60).

- F. T. MESDAG, De goudmijn „Totok”, te Totok, Noord-Celebes. *)

Geologische Serie. Deel I. (f 7.50) . „ 15.—

EERSTE STUK. (f 0.60).

- W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, De huidige stand der Rijksopsporingen naar delfstoffen, voornamelijk de aangevangen onderzoekingen in Westelijk Noord-Brabant en Zeeland „ 0.75

TWEEDE STUK. (f 4.25).

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië „ 10.—

DERDE STUK. (f 0.60).

- E. T. NEWTON, On the remains of Ursus Etruscus (= U. Arvernensis) from the Pliocene Deposits of Tegelen sur Meuse. *)
J. LORIÉ, Roode keileem en rood zand in Nederland. *)

VIERDE STUK. (f 0.60).

- H. G. JONKER, De beteekenis van de kleur der keileem in Nederland. *)
J. F. STEENHUIS, Nieuwe bijdrage tot de kennis van de Nederlandsche Zwervelingen. Het voorkomen van het normale bruine Jura-gesteente te Kloosterholt, onder Heiligerlee. *)

VIJFDE STUK. (f 0.60).

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Eerste vervolg „ 1.—

ZESDE STUK. (f 0.60).

- C. T. GROOTHOFF, De greisenvorming in het Batoe-Besie granietsmassief (Billiton). *)

ZEVENDE STUK. (f 1.25).

- B. G. ESCHER, De kwalitatieve en de kwantitatieve trillingsfiguur van optisch tweeassige middenstoffen „ 0.75
J. VERSLUYS, De onbepaalde vergelijking der permanente beweging van het grondwater. *)
R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Tweede vervolg „ 1.—

†) Prijs voor leden.

*) Niet afzonderlijk in den handel.

Geologische Serie. Deel II. f 15.—

EERSTE STUK. (f 2.—).

W. C. KLEIN, Het Diluvium langs de Limburgsche Maas. . . . f 2.50

TWEEDE STUK.

C. G. S. SANDBERG, Over het verband tusschen metamorphisme en tectoniek in intensief gevouwen gebieden, en den tertiairen ouderdom der alpengranieten. *)

DERDE STUK.

R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Derde vervolg. f 1.—

In deze Verhandelingen zullen in de eerste plaats bijdragen tot de kennis van de Geologie van Nederland en Koloniën worden opgenomen. Voorloopig zullen zij op ongeregelde tijden verschijnen.

Prijs per deel van ongeveer 25 vel druks f 15.—

550
N284v
v. 2
pt. 4

VIERDE STUK.

VERHANDELINGEN

VAN HET

GEOLOGISCH-MIJNBOUWKUNDIG
GENOOTSCHAP

VOOR

NEDERLAND EN KOLONIËN.

GEOLOGISCHE SERIE.

DEEL II, Blz. 165—182.

DR. R. D. M. VERBEEK. — OPGAVE VAN GESCHRIFTEN OVER GEOLOGIE EN MIJNBOUW
VAN NEDERLANDSCH OOST-INDIË (VIERDE VERVOLG).

MAART 1917.

's-GRAVENHAGE — MOUTON & Co. — 1917.

GEOLOGY LIBRARY

JUN 12 1904

BIJDRAGEN

te zenden aan den Secretaris der Redactie-Commissie
Dr. P. F. HUBRECHT, Heerengracht 19, den Haag.

330
N284
v. 2
pt. 4

UNIVERSITY OF
ILLINOIS LIBRARY
AT URBANA-CHAMPAIGN
GEOLOGY

Geology

NADRUK VERBODEN, INGEVOLGE DE WET VAN
23 SEPT. 1912, Ned. Stbl. 1912 No. 308, Indisch
Stbl. 1912 No. 600.

OPGAVE VAN GESCHRIFTEN OVER GEOLOGIE EN MIJNBOUW VAN NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

VIERDE VERVOLG

DOOR

DR. R. D. M. VERBEEK,

Oud-Hoofdingenieur van het Mijnwezen in Nederlandsch-Indië.

Voorrede.

Het „Vierde Vervolg” van mijne „Opgave van geschriften, etc.” bevat eene lijst van Aanvullingen en verbeteringen van die Opgave en van de eerste drie Vervolgen (opgenomen in deel I en II der Verhandelingen, geol. serie, van het Geol. mijnb. Genootschap voor Nederland en Koloniën), en eene lijst van de na 1 Februari 1916 geregistreerde werken (N°. 2966—3077), afgesloten 1 Februari 1917.

Grooten dank voor medewerking bij de samenstelling van dit Vervolg ben ik weder verschuldigd aan dezelfde personen, die mij reeds bij de vorige opgaven hun gewaardeerde hulp verleenden, namelijk aan Prof. Dr. C. E. A. WICHMANN te Utrecht, Prof. Dr. J. WANNER te Bonn, Mr. H. H. R. ROELOFS HEIJRMANS, Bibliothecaris der Technische Hoogeschool te Delft, den heer W. C. MULLER, Adjunct-Secretaris van het Kon. Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Ned. Indië te 's-Gravenhage, en den heer J. E. MEIJBOOM, oud-Inspecteur der Opiumregie in Nederlandsch-Indië, eveneens te 's-Gravenhage; de laatste had weder de goedheid de drukproeven door te zien.

'S-GRAVENHAGE, 1 Februari 1917.

R. D. M. VERBEEK.

INHOUD.

	Bladz.
VOORREDE	165
INHOUD	166
AANVULLINGEN EN VERBETERINGEN VAN DE OPGAVE VAN GESCHRIFTEN	
OVER GEOLOGIE EN MIJNBOUW VAN NEDERLANDSCH OOST-INDIË, EN	
VAN DE EERSTE DRIE VERVOLGEN DER OPGAVE.	167
NIEUWE NUMMERS (4e VERVOLG DER OPGAVE)	170
I. Java. No. 2966—2996	170
II. Sumatra. No. 2997—3014	172
III. Bangka, Billiton, enz. No. 3015—3017	174
VI. Zuid- en Oost-Borneo. No. 3018—3021	174
VII. Celebes. No. 3022—3027	175
VIII. Molukken (met Nederlandsch Nieuw-Guinea, den Timor-Archipel	
en de Kleine Soenda-eilanden). No. 3028—3039	175
X. Duitsch Nieuw-Guinea en Duitsch Polynesië. No. 3040—3041	176
XI. Britsch Nieuw-Guinea. No. 3042—3055	177
XII. Omliggende eilanden en streken. No. 3056—3077	178
3. Fransch Polynesië. No. 3056	178
4. Britsch Polynesië. No. 3057	178
6. Philippijnen. (No. 3027)	178
7. Straits Settlements, Birma en Siam. No. 3058—3062	178
12. St. Paulus en Nieuw-Amsterdam, met eilanden in het zuide-	
lijke gedeelte van den Indischen en van den Atlantischen	
Oceaan. No. 3063—3077	178
ALPHABETISCH REGISTER	180

AANVULLINGEN EN VERBETERINGEN IN DE VROEGERE OPGAVEN.

(*Zie Verhandelingen van het Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, deel I, p. 31—248* ⁽¹⁾,
p. 293—318, p. 361—376 en deel II, p. 145—163).

-
- Blz. N^o.
- 103 (I) ⁽²⁾ 936 Stöhr, E., Hierbij voegen als 936a: Hetzelfde in het duitsch, als: Hebung der Ostküste van Java. Leopoldina, IV, 1868, p. 142—146; V, 1869, p. 129—130.
- 179 (I) (1996a) Wichmann, A., Hetzelfde in het engelsch, als: On the so-called atolls of the East-Indian Archipelago. Proceedings derzelfde vergadering Kon. Akad. v. Wetensch. van 30 Dec. 1911, Amsterdam, 1912, p. 698—711.
- 311 (I) 2729 Brouwer, H. A., Hierbij voegen als 2729a: Hetzelfde in het engelsch, als: On zonal amphiboles in which the plane of optic axes of the margin is normal to that of the central part. Proceedings der vergadering Kon. Akad. v. Wetensch. van 27 Sept. 1913, Vol. XVI, Amsterdam.
- 366 (I) 2769 Idem, Hierbij voegen als 2769a: Hetzelfde in het engelsch, als: On homoeogenous inclusions of Kawah Idjen, Goentoer and Krakatau and their connection with the surrounding eruptive rocks. Proceedings der vergadering Kon. Akad. v. Wetensch. van 28 Maart 1914, Vol. XVI, Amsterdam.
- 367 (I) 2785 Idem, Hierbij voegen als 2785b: Hetzelfde in het engelsch, als: On the granitic area of Rokan (Middle Sumatra) and on contactphenomena in the surrounding schists. Proceedings der vergadering Kon. Akad. v. Wetensch. van 27 Maart 1915, Vol. XVII, Amsterdam.
- 367 (I) 2786 Idem, Hierbij voegen als 2786a: Hetzelfde in het engelsch, als: Pneumatolytic hornfels from the hill countries of Siak (Sumatra). Proceedings Kon. Akad. v. Wetensch., Vol. XVIII, No. 4—5, Amsterdam.
- 148 (II) ⁽³⁾ — Aan de Lijst der Tijdschriften, Week- en Dagbladen moeten de volgende tijdschriften (N^o. 244—246) worden toegevoegd:
- 244 Annual Reports on British New Guinea. Deze officieele Jaar-
(der Tijdschriften) verslagen verschenen voor het eerst in 1889 te Brisbane (Queensland) tot 1901 (Vol. I—XII), daarna werden zij gedrukt „for the government of the Commonwealth of Australia”, in den staat Victoria, waarschijnlijk te Melbourne, ofschoon deze naam op den titel der verslagen niet voorkomt. De naam British New Guinea werd in 1909 veranderd in „Papua”.

⁽¹⁾ De overdrukken van dit stuk zijn zelfstandig gepagineerd; p. V—XXIV komen overeen met p. 31—50, en p. 1—198 met p. 51—248 van Deel I der Verhandelingen.

⁽²⁾ Bladzijden van Deel I der Verhandelingen.

⁽³⁾ Bladzijden van Deel II der Verhandelingen.

Blz. N°.

- 245 Bulletin of the Seismological Society of America. Vol I, 1911—heden.
(id.) Leland Stanford jun. University (Palo Alto), California.
- 246 Géographie, La, Bulletin de la société de géographie. Paris. Droeg
(id.) vóór 1900 alleen den titel: Bulletin de la soc. de géographie. Meestal
verschijnen 2 deelen per jaar, alleen van 1882—1899 werd slechts 1 deel
per jaar uitgegeven. Het tijdschrift is verdeeld in seriën; 1^e série, 1822—1833,
Vol. I—XX; 2^e série, 1834—1843, Vol. I—XX; 3^e série, 1844—1850, Vol.
I—XIV; 4^e série, 1851—1860, Vol. I—XX; 5^e série, 1861—1870, Vol. I—XX;
6^e série, 1871—1880, Vol. I—XX; 7^e série, 1881—1899 (1881, 2 deelen, I
en II, 1882—1899, 1 deel per jaar, III—XX); 8^e série, 1900—heden (weder
2 deelen per jaar).
- 148 (II) 969 Hierbij voegen: Topogr. Dienst in Ned. Indië, Jaarverslag, 11^e jaar-
Aanv. gang, 1915, Batavia, 1916. Bevat kaarten en photo's van kraters van vulkanen
van Java, Sumatra en Bali.
- 148 (II) 2697 Ombilinmijnen Verslag over 1914 van de, Hierbij voegen als
2697b: Referaat door N. Wing Easton in de Indische Mercur van
4 Februari 1916.
- 148 (II) 2829 Van het werk van J. Wanner „Paläontologie von Timor” zijn de
afleveringen V—VII verschenen: Lieferung V (1915) door P. Tesch
(zie N°. 3036) en O. A. Welter (zie N°. 3039); Lieferung VI (1916)
door J. Wanner (zie N°. 3037); Lieferung VII (1916) door F. Broili
(zie N°. 3028).
- 152 (II) 2879 Brouwer, H. A., Hierbij voegen als 2879a: Hetzelfde in het engelsch,
als: On the post-carboniferous age of granites of the highlands of Padang.
Proceedings der vergadering Kon. Akad. v. Wetensch. van 27 Maart 1915,
Vol. XVIII, N°. 9, Amsterdam.
- 154 (II) 2901 Rueb, J., Hieraan toevoegen: Hetzelfde in Technisch Studenten Tijd-
schrift, 6^e j., 1916, N°. 9, 10, 11, 12 en 14. Delft.
- 154 (II) 2902 Tin, Jaarverslag van de winning etc. van Banka-tin over het exploitatiejaar
1913. Hierbij voegen: Gedeeltelijk overgenomen in het Jaarverslag van
het Mijnwezen in Ned. Indië over 1913, opgenomen in Jaarb. Mijnw.
1913, Algemeen Gedeelte, p. 80—175 (zie No. 2986).
- 155 (II) 2912 Abendanon, E. C., Atlas, behoorende bij het werk „Geologische en
geographische doorkruisingen van Midden-Celebes” (16 bladen kaarten,
profielen en panorama, 1 verklaringsblad, 1 titelblad). Leiden, 1916 (Een
van de bladen, de Geologische Schetskaart van Midden-Celebes, schaal
1 : 750.000, is ook verschenen als bijlage bij de 5^{de} aflevering van den
jaargang 1916 van het Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., echter zonder
verklaring der geologische kleuren, waarvoor dus het verklaringsblad
van den atlas zelf te raadplegen is).
- 156 (II) 2924 Brouwer, H. A., Hierbij voegen, als 2924a: Hetzelfde in het engelsch :
On the tectonics of the eastern Moluccas. Proceedings der vergadering
Kon. Akad. v. Wetensch. van 27 November 1915, Vol. XIX, 1916, p. 242—248,
Amsterdam.
- 156 (II) 2925 Bülow, E. von, Van dit werk is een gedeelte, namelijk p. 16—40 met
2 platen, afzonderlijk als dissertatie gedrukt, met den titel: E. U. von
Bülow, Die Aulacoceraten der oberen Trias van Timor, 4°. Mit 2
Tafeln. 1915.

Blz. N°.

- 158 (II) 2950 Wade, A., Dit nummer is aldus te lezen: Report on petroleum in Papua. Government of the commonwealth of Australia, Melbourne, 1915, p. 1—48. With maps and sections (Een uittreksel in Geol. Magazine, 1915, p. 427, en in The geographical Journal, XLVI, London, 1915, pp. 66—67. Het werk bevat op p. 48 eene lijst van 24 werken over de geologie van Nieuw-Guinea).
- 160 (II) 2963 Jones, W. R., Van dit werk is het 2^{de} gedeelte verschenen: Mineralization in Malaya, II. The Mining Magazine, XIII, No. 6, London, December 1915, pp. 322—330, with 10 figures (Over tinertsgangen).
-

NIEUWE NUMMERS (N^o. 2966—3077).

N.B. De indeeling der geschriften naar eilanden en eilandengroepen is geheel dezelfde als in het „Derde Vervolg”.

De werken van algemeen aard, die over den *geheelen* Archipel handelen, zijn weder bij Java ingedeeld.

I. JAVA.

No. 2966—2996.

2966. Aardbevingen en vulkanische uitbarstingen in den Indischen Archipel, In 1914 (Observatorium). Nat. Tijdschr. v. N. I., LXXV, 2de afl., 1915, p. 186—189 (Vulkanische eruptie's); p. 189—231 (Aardbevingen). (Vervolg van No. 2855).

2967. Anderson, T., The volcanoes Bromo and Krakatau. A brief account of a visit to them. Alpine Journal, Vol. 28, No. 204, 1914, p. 178—182. With 2 illustrations.

2968. Bemmelen, W. van, Kawah Idjen. Weekblad voor Indië, 13^{de} Jaargang, 1916/17, p. 703—707 en 849—852. Geïllustreerd.

2969. Blaauw, A. H., In de sfeer der vulkanen. Nederlandsch Indië, Oud en Nieuw, Amsterdam, 1916, p. 357—364. Met 7 afbeeldingen naar foto's waarvan 4 betrekking hebben op Java, en 3 op Sumatra

2970. Boachi, Aquasie, Prins van Ashanté. Bataviaasch Nieuwsblad, 11 Juli 1904 No. 188, Eerste blad.

N.B. Verschillende mededeelingen over dezen oud-mijnningenieur zijn te vinden in: De Ingenieur van 1900 No. 42 en No. 47 (met portret), en van 1904 No. 29; Eigen Haard van 1900 No. 43 (met portret), door H. Linse; en vooral in de eveneens door

H. Linse geschreven necrologie van Aquasie Boachi (zie No. 2981).

2971. Cabaton, A., L'éruption du Semeroe du 15 novembre 1911. La Géographie. Bulletin de la soc. de géogr. Paris. Vol. 29, 1914, pp. 34—40. Avec quatre figures dans le texte (Is in hoofdzaak een referaat van No. 2680, F. A. A. van Gogh, De Semeroe-uitbarsting van 15 November 1911; de 4 figuren naar photo's van Arnold Heim).

2972. Caron, M. H., Het zwavelvoorkomen van den Kawah Idjen. Verh. v.h. Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, III, 's-Gravenhage, 1916, p. 57—63. Met 9 foto's.

2973. Douvillé, H., Les foraminifères des couches de Rembang. Sammlungen Leiden (1916), Band X, pp. 19—35. Avec 4 planches.

2974. Easton, N. Wing, Het Caldeira-probleem. Verh. v.h. Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, III, 's-Gravenhage, 1916, p. 65—77. Met 7 tekstfiguren.

2975. ———, Wat wij van onze Indische vulkanen weten en niet weten. Verslagen van de geol. sectie van het Geol. mijnb. Genootschap voor Nederland en Koloniën, Deel II, 's-Gravenhage (1916), p. 101—106.

2976. Easton, N. Wing, Over petroleum; haar ontstaan, voorkomen en winning (Lezing). De Indische Mercur van 1 Dec. 1916. Een uittreksel in Indologenblad, 8e jaargang, 1916, p. 43—45.

2977. Escher, B. G., Beschouwingen over het opvullingsmechanisme van diepzeeslenken. Verh. v. h. Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, III, 's-Gravenhage, 1916, p. 79—88. Met 5 tekstfiguren.

2978. ———, De gedaanteveranderingen onzer aarde. Algemeene geologie. Geïllustreerd. Amsterdam, 1916 (Bevat op p. 250, 274 en 276 enkele opmerkingen over Nederlandsch-Indië, met teekeningen).

2979. Heim, Arnold, Auf dem Vulkan Smeru auf Java. Mit 6 Lichtdrucktafeln und 3 Textfiguren. Neujahrsblatt, herausgegeben von der naturf. Gesellsch. in Zürich, auf das Jahr 1916. Zürich 1916 (Behandelt dezelfde eruptie van 15 Nov. 1911 als van Gogh No 2680. De lichtdrukken, naar photo's, zijn bijzonder fraai).

2980. Hotz, W., und Rutten, L., Ein Jod und Oel produzierendes Feld bei Soerabaja auf Java. Zeitschr. f. prakt. Geol., 1915, p. 162—167. Mit Karten und Profilen.

2981. Linse, H., Ter nagedachtenis van Aquasie Boachi, prins van Ashanti. † 9 Juli 1904. Verslag van het beheer der Vereeniging van Delftsche Ingenieurs over 1904/1905. Bijlage V.

2982. Martin, K., Die altmiocäne Fauna des West-Progogebirges auf Java. A. Gastropoda. Mit 3 Tafeln. Sammlungen Leiden, Neue Folge (4°), Band II, Heft VI (1916), p. 223—261.

2983. ———, Professor Dr. G. A. F. Molengraaff (met portret). Eigen Haard, 14 October 1916, p. 821—823. Hetzelfde, overgenomen in Jaarboek van de Mijnbouwk. Vereeniging te Delft, 1915/16, p. 35—40.

2984. Mohr, E. C. J., Over ijzerconcretie's en lateriet in Nederlandsch-Indië. Verh. v. h. Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, III, 's-Gravenhage, 1916, p. 133—147.

2985. Molengraaff, G. A. F., Het probleem der koraaleilanden en de isostasie. Verslag gew. vergad. Wis- en Nat. Afd. Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam van 24 Juni 1916, Deel XXV, p. 215—231. Met 1 tekstfiguur.

Hetzelfde, met enkele wijzigingen, overgenomen in Jaarboek van de Mijnbouwk. Vereeniging te Delft, 1915/16, p. 134—155. (Eene uiteenzetting der Daly'sche theorie (zie No. 3057), maar met belangrijke toevoegsels).

(2989). Muller, W. C., en Schalker, W. J. P. J., Repertorium op de Literatuur betreffende de Nederlandsche Koloniën, van 1911—1915. Zie Repertorium No. 2989, 's-Gravenhage, 1917.

2986. Mijnwezen in Ned. Indië, Jaarverslagen, Over het jaar 1913. Jaarb. Mijnw. 1913, Algemeen gedeelte (geheel), p. 1—354, verschenen in 1915 (Vervolg van No. 2778).

2987. Northrop, J. D., Petroleum in 1914 (Mineral Resources of the United States, Calendar year 1914, Part II). Washington, 1916. Op p. 1090 vindt men eene opgaaf van de hoeveelheden petroleum, in Nederlandsch Oost-Indië (Java, Sumatra, Borneo) in de jaren 1905—1914 ontgonnen.

2988. Overbeck, T., Ein Nachtrag zu der Katastrophe von Krakatau in der Sundastrasse. Naturw. Wochenschrift, 1916, p. 433—434.

Den 26sten Augustus 1883, te 10¹/₂ uur des voorm., begon de groote lichtkroon in de kerk te Altona te slingeren, hetgeen door den schrijver aan eene aardbeving wordt toegeschreven, in verband met de eruptie op Krakatau. Daar deze eruptie niet vergezeld was van aardbevingen, kan men hier alleen denken aan eene voortplanting der beweging door het binnenste der aarde, hetgeen, zoover den tijd betreft, niet geheel onmogelijk is; de eruptie begon den 26 Aug. ongeveer te 1 uur nam., en was te 4 uur nam. (Krakatau-tijd) reeds hevig. Neemt men 1 uur voor de voortplanting der beweging door de aarde aan,

dan moet de stoot te 5 ure Krakatau-tijd aangekomen zijn, werkelijk overeenkomende met ± 10 u. 30 m. voorm. Altona-tijd, daar het tijdsverschil Krakatau-Altona 6 u. 22 m. bedraagt. Niettemin blijft het zeer twijfelachtig, of hier werkelijk verband bestaat, omdat het dan wel zeer vreemd zou zijn, dat *alleen* de plaats Altona, in geheel Europa, door eene dergelijke beweging zou getroffen zijn.

2989. Repertorium op de Literatuur betreffende de Nederlandsche Koloniën, door Schalker, W. J. P. J., en Muller, W. C., Repertorium, 1911—1915 (4de Vervolg van No. 863). 's-Gravenhage, 1917.

2990. Rutten, L., Vier dwarsprofielen door de tertiaire mergelzone tusschen Soerabaja en Ngawi. Verh. v. h. Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, III, 's-Gravenhage, 1916, p. 149—151. Met 1 kaartje en 4 geol. doorsneden.

(2989). Schalker, W. J. P. J., en Muller, W. C., Repertorium op de Literatuur betreffende de Nederlandsche Koloniën, van 1911—1915. Zie Repertorium No. 2989, 's-Gravenhage, 1917.

2991. Stortenbeker, W., La vie et les travaux de Jean Guillaume Retgers. Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas et de la Belgique, tome XVII, 1898 (27 pages).

2992. Thompson, A. Beeby, Oil-field development and petroleum mining. London, 1916.

Over Nederlandsch Indië handelen p. 41—45, p. 228 en een overzichtskaartje (N^o. VI).

2993. Verbeek, R. D. M., Opgave van geschriften over geologie en mijnbouw van Ned. Oost-Indië, 3de Vervolg. Verh. v. h. Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, II, 's-Gravenhage (1916), p. 145—163 (Is het vervolg van N^o. 2876).

2994. Verloop, J. H., De Goudindustrie. Met 70 tekstfiguren en een plaat met graphische productiestaten. Haarlem, 1916 (Behoort tot de serie: Onze Koloniale Mijnbouw. Populaire handboekjes over Nederlandsch-Indische Mijnbouw-producten, onder redactie van Dr. J. Dekker. I. Goud).

2994a. ———, Referaat door N. Wing Easton, in de Indische Mercur van 17 November 1916.

(2966). Vulkanen, Voor eruptie's op Java in 1914, zie de aardbevingslijst N^o. 2966.

2995. Walther, J., Der Laterit auf Java. Peterm. Mitteilungen 1916, I, p. 3—5.

2996. Witkamp, H., De kalkbergen van Koeripan. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1916, p. 417—423. Met 2 foto's en een kaart.

II. SUMATRA.

No. 2997—3014.

(2966). Aardbevingen. Zie voor de aardbevingen op Sumatra in 1914 de bij Java opgenoemde aardbevingslijst No. 2966 (Vervolg van No. 2855).

2997. Adam, J. W. H., Korte mededelingen over Indische delfstofafzettingen. Jaarb. Mijnw. 1914, Verhandelingen, Tweede Gedeelte, Batavia, 1915. *Loeboek Soelassi*, p. 1—4. *Mangani*, p. 4—15, met 3 tekstfiguren.

(2969). Blaauw, A. H., In de sfeer der vulkanen. Nederlandsch Indië, Oud en Nieuw, Amsterdam, 1916, p. 357—364. Met 7 afbeeldingen naar foto's, waarvan 3 betrekking hebben op Sumatra, en 4 op Java.

2998. Brouwer, H. A., Studien über Kontaktmetamorphose in Niederländisch-Ostindien. I. Der Granit-Kalksteinkontakt bei Kota Tua, nördlich vom Vulkan Sing-

galan Sumatra's Westküste). Centralblatt f. Min. 1916, p. 409—417. Mit 2 Textfiguren.

2999. Deby, J., Compagnie minière de Salide. Rapport. Londres, 1886 (Met platen der oude ontginningen, overgenomen uit de werken van Hesse (N^o. 1268) en Vogel (N^o. 1040, Sumatra)).

3000. Diener, C., Die marinen Reiche der Triasperiode. Denkschriften der Kais. Akad. der Wiss. in Wien, Mathem.-Naturwiss. Klasse, 92 Band, p. 1—145, Tafel I, Wien, 1915. In hoofdstuk E, p. 78—87, Der Malayische Archipel, wordt o.a. medegedeeld, dat de Padangfauna niet, zooals Krumbeek (zie 2696) meende, karnisch, maar *norisch* is.

3001. Douvillé, H., Les couches à Lépidocyclines de Sumatra, d'après les explorations du Dr. Tobler. Compte rendu sommaire des séances de la soc. géol. de France, 1915, pp. 36—38.

3002. Fliegel, G., Ist obercarbonischer Fusulinenkalk von Borneo bekannt? Zeitschr. d.d. geol. Gesellsch., Band 54, 1902. Briefliche Mitt. p. 117—118 (De opgave van fusulinenkalk op Borneo berust op eene verwisseling van Borneo met Sumatra; vergel. No. 1391 van G. Stache).

3003. Hirschi, H., Kontaktmetamorphe Tertiärkohlen in Süd-Sumatra, südlich Muara Enim, Residenz Palembang. Mit Karten und Profilen. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1916, p. 569—581.

3004. Klein, W. C., Een vermoedelijk devonische trilobietenfauna in Nederlandsch-Indië nabij Kaloeë (Afd. Tamiang, Z.O. Atjeh). Verslag gew. verg. Wis- en Nat. Afd. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam van 29 Jan. 1916, Deel XXIV, p. 1080—1084 [Volgens P. Tesch (zie No. 3013) is deze fauna echter jonger, en zeer waarschijnlijk permisch].

3004a. ———, Hetzelfde in het engelsch: On a Trilobite Fauna of presumably Devonian age in the Dutch East Indies near Kaloeë (Tamiang district,

S. E. Atjeh). Proceedings derzelfde vergadering, Vol. 18, 1916, p. 1632—1636.

3005. Kolen, Verslag betreffende stook- en verdampingsproeven met Ombilin-steenkolen in een Yarrow-ketel te Emmahaven, met afbeeldingen (Bewerkt naar het rapport van de commissie met die proefnemingen belast). Mededeelingen betreffende het Zeewezen, Deel 34, Afl. 1, 1916.

3006. Muller, J. J. A., De verplaatsing van eenige triangulatie-pilaren in de residentie Tapanoei. Verh. Kon. Akad. v. Wetensch. 1e sectie, deel III, No. 2, Amsterdam, 1895 (Vergelijk Muller No. 3007).

3007. ———, Door meting bepaalde horizontale bodembewegingen op Sumatra. Lezing op de vergadering van den Geografischen Kring te Utrecht van 21 April 1916. Tijdsch. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1916, p. 582—584 (Handelt over eene verplaatsing van 3 triangulatie-pilaren op Sumatra, die schrijver aan de aardbeving van 17 Mei 1892 toeschrijft. Vergelijk Muller No. 1347 en 3006 en Verbeek No. 1011).

3008. Pol, A. Hulshoff, Reisverslag vanden Directeur der mijnbouwmaatschappij „Salida”, 's-Gravenhage, 1911. Met profiel der Salida-mijn.

3009. Pontoppidan, H., Verslag over de aardbeving op 26 Juni 1914 in de residentie Benkoelen. Met 12 figuren naar photo's en 1 kaart. Jaarb. Mijnw. 1914, Verhandelingen, Tweede Gedeelte, Batavia, 1915, p. 78—85; en een Naschrift van S. Snuijf over: De meest geteisterde plaatsen, in verband met de terreinformatie. Id, p. 86—89, en een platte grond van Benkoelen, schaal 1:1000.

3010. Reid, H. Fielding, Sudden displacements of the Sumatra earthquake of May 17, 1892. Bulletin of the seismological Society of America, Vol. 3, 1913, Leland Stanford jun. University (Palo Alto), California, p. 72—79.

(Vergelijk Muller 1347, 3006, 3007).

3010a. ———, Een referaat van dit geschrift in Nature, Vol. 91, 1913, p. 567.

3011. Spaulding, M. B., De erts-afzettingen bij Salida, afd. Painan, gouv. Sum. Westkust, 's-Gravenhage, 1900 (Vertaling van het origineele Engelsche rapport).

3012. Tesch, P., Een noodzakelijke rectificatie. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1916, p. 301—302 (Is eene aanvulling van hetgeen hij over den ouderdom der mergelzandsteen-étage van de Padangsche Bovenlanden mededeelde in het geschrift Brouwer, No. 2881).

3013. Tesch, P., Permische trilobieten van Atjeh. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1916, p. 610—611.

3014. Tobler, A., Ueber Deckenbau im Gebiet von Djambi (Sumatra). Verhandl. der Naturf. Gesellsch. in Basel, Band XXVIII, Zweiter Theil, Basel, 1917, p. 123—147. Mit Karte.

(2966). Vulkanen, Voor eruptie's op Sumatra in 1914, zie de aardbevingslijst No. 2966.

III. BANGKA, BILLITON, RIOU W-ARCHIPEL, enz.

(DE TIN-EILANDEN).

No. 3015—3017.

(2966). Aardbevingen, Zie voor de aardbevingen op Bangka in 1914 de bij Java opgenoemde aardbevingslijst No. 2966.

3015. Groothoff, C. T., Eenige merkwaardige gesteenten van Billiton. Verh. v. h. Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, III, 's-Gravenhage, 1916, p. 89—106. Met 2 tekstfiguren en 4 microfoto's.

3016. Groothoff, C. T., De primaire tinerts-afzettingen van Billiton. Proefschrift. 's-Gravenhage, 1916. Met 1 schetskaart, 6 platen naar foto's en 5 tekstfiguren.

3017. Tin, Jaarverslag van de winning, het vervoer en den verkoop van Banka-tin over het exploitatiejaar 1914. Batavia, 1916, VI en 229 blz. Met graphische voorstellingen. Is het vervolg van No. 2902.

VI. ZUID- EN OOST-BORNEO.

No. 3018—3021.

3018. Jezler, H., Das Oelfeld „Sanga Sanga” in Koetei (Niederl. Ost-Borneo). Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1916, p. 77—85 und 113—125. Mit 9 Tafeln, 24 Profilen, etc.

3019. Poeloe—Laut Steenkolenontginning, Jaarverslag over 1914 van de, Batavia, Landsdrukkerij, 1915. Met 2 kaarten.

3020. Rutten, L., Eocene orbitoiden en

nummulieten van Poeloe Laoet. Met 1 plaat (3 figuren). Jaarb. Mijnw. 1914, Verhandelingen, Tweede Gedeelte, Batavia, 1915, p. 74—77.

3021. Rutten, L., Veranderingen der facies in het tertiair van Oost-Koetei (Borneo). Versl. gew. verg. Kon. Akad. v. Wetensch. van 28 Oct. 1916, Deel XXV, Amsterdam, 1916, p. 700—709. Met 1 kaartje in den tekst.

VII. CELEBES.

No. 3022—3027.

(2966) Aardbevingen, Zie voor de aardbevingen op Celebes in 1914 de bij Java opgenoemde aardbevingslijst No. 2966.

3022. Abendanon, E. C., De oude beddingen der Beneden-Saädang-rivier. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1916, p. 429—449. Met twee kaarten in den tekst. (Is bijna letterlijk afgedrukt uit schrijvers „Geol. en geogr. doorkruisingen van Midden-Celebes”, 1915, Deel II, p. 925—947. Zie No. 2912).

3023. ———, Een palaeogeographische gevolgtrekking in verband tot de kristallijne schisten-formatie van Midden-Celebes. Verh. v. h. Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, III, 's-Gravenhage, 1916, p. 171—190.

3024. ———, De geomorphologische beteekenis der basische stollingsgesteenten in het middendeel van den Ned. Ind. Archipel. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1916, p. 742—749.

3025. Cool, H., Eene mijnbouwkundige en geologische onderzoekingsreis in Cele-

bes. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1910, p. 112—127. Met 1 kaart (Is hoofdzakelijk eene geografische reisbeschrijving, met slechts enkele geologische gegevens).

3026. Gracht, W. A. J. M. van Waterschoot van der, Bijdrage tot de geologie van Centraal-Celebes. Met 36 figuren in den tekst, waarvan de meeste naar photo's. (Hieronder 11 vergrootte teekeningen van nummulieten en assilinen, volgens bepaling van L. Rutten). Verder 3 kaarten. Jaarb. Mijnw. 1914, Verhandelingen, Tweede Gedeelte, Batavia, 1915, p. 16—73.

3027. Komorowicz, M. von, Bericht über die im Monat März des Jahres 1913 auf den Sangir- und Philippineninseln, sowie in Nord-Celebes stattgefundenen seismischen Erscheinungen. Zeitschr. f. Vulkanologie, II, 1916, p. 151—185. Mit 7 Tafeln.

(2966). Vulkanen, Voor eruptie's op Celebes in 1914, zie de aardbevingslijst No. 2966.

VIII. MOLUKKEN.

(MET NEDERLANDSCH NIEUW-GUINEA, DEN TIMOR-ARCHIPEL EN DE KLEINE SOENDA-EILANDEN).

No. 3028—3039.

(2966). Aardbevingen, Zie voor de aardbevingen in de Molukken in 1914 de bij Java opgenoemde aardbevingslijst No. 2966.

3028. Broili, F., Die permischen Brachiopoden von Timor. Mit 13 Tafeln. Stuttgart, 1916 (Lieferung VII, p. 1—104, von J. Wanner, Paläontologie von Timor, zie 2829 Aanv.).

3029. Brouwer, H. A., Geologische verkenningen in de Oostelijke Molukken.

Verh. v. h. Geol. mijnb. Genootschap, geol. serie, III, 's-Gravenhage, 1916, p. 31—55. Met 5 tekstfiguren en 2 foto's.

3030. Brouwer, H. A., Over de bergvormende bewegingen in het gebied der boogvormige eilandenreeksen van het oostelijk gedeelte van den Oost-Indischen Archipel. Versl. gew. verg. Kon. Akad. v. Wetensch. van 25 Nov. 1916, Deel XXV, Amsterdam, 1916, p. 768—779. Met 1 kaartje in den tekst.

3031. Cloos, H., Doggerammoniten aus den Molukken. I. Text. Habilitations-Schrift. 50 Seiten, 4°. Stuttgart, 1916.

3032. Fyan, Mej. E. C., Eenige jong-pliocene Ostracoden van Timor. Verslag gew. verg. Wis- en Nat. Afd. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam van 29 Jan. 1916, Deel XXIV, p. 1175—1186. Met 1 plaat.

3032a. ———, Hetzelfde in het Engelsch, als: Some young-pliocene Ostracods of Timor. Proceedings derzelfde vergadering (29 Jan. 1916), Vol. XVIII, p. 1205—1216. With 1 plate.

3033. Newton, R. Bullen, Notes on some organic limestones, etc., collected by the Wollaston expedition in Dutch New Guinea. Reports on the collections made by the British ornithologist's Union Expedition and the Wollaston Expedition in Dutch New Guinea, 1910—1913. Vol. 2, p. 1—20, Report No. 20, London, 1916. With 2 textfigures and 1 plate (Rolstukken van kalksteen van jurassischen, waarschijnlijk liassischen ouderdom worden beschreven. De Carstsenz.-top met omgeving bestaat uit *mioceenen* kalksteen; een monster, verzameld op een hoogte van 14200 engelse voeten (4328 meter), bevat lepidocyclinen).

3034. Roon, J. van, Enkele aantekeningen omtrent Bali. Jaarverslag van den Topogr. Dienst in Ned Indië, 11de jaarg., 1915, Batavia, 1916, p. 213—287. Met 1 overzichtskaart van het eiland Bali, schaal 1:500.000 en 14 platen met kaarten en doorsneden van vulkaantoppen, en zeer

fraaie gezichten (meestal naar foto's) van vulkanen, landschappen en tempels op Bali.

3035. Simon, A., Beiträge zur Petrographie der kleinen Sunda-Inseln Lombok und Wetar. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der philos. Fakultät der Universität Marburg. Marburg, 1913, 8°. 74 Seiten und 2 Karten.

3036. Tesch, P., Jungtertiäre und quartäre Mollusken von Timor, I. Theil. Mit 10 Tafeln. Stuttgart, 1915 (Lieferung V, p. 1—68, von J. Wanner, Paläontologie von Timor, zie 2829 Aanv.).

3037. Wanner, J., Die permischen Echinodermen von Timor. I Theil. Mit 19 Tafeln und 88 Textfiguren. Stuttgart, 1916 (Lieferung VI, p. 1—329, von J. Wanner, Paläontologie von Timor, zie 2829 Aanv.).

3038. ———, Eifelocrinus und Peripterocrinus, nom. nov. (Synonymische Bemerkungen). Zeitsch. d.d. geol. Gesellsch., 1916, Monatsber. No. 8/11, p. 200 (Verandering van den genusnaam *Thalassocrinus* (Zie Wanner, Die Permischen Echinodermen von Timor, I. Theil, Paläontologie von Timor etc., Lief. VI, Stuttgart 1916, p. 311—313, Taf. 16, Fig. 12; zie No. 3037) in *Peripterocrinus*).

3039. Welter, O. A., Die Ammoniten und Nautiliden der ladinischen und anisischen Trias von Timor. Mit 13 Tafeln und 29 Textfiguren. Stuttgart, 1915 (Lieferung V, p. 69—133, von J. Wanner, Paläontologie von Timor, zie 2829 Aanv.).

X. DUITSCH NIEUW-GUINEA EN DUITSCH POLYNESIË.

No. 3040—3041.

3040. Aardbeving te Rabaul (noordpunt van Nieuw-Pommeren) op 1 Januari 1916. Mitteil. aus den deutschen Schutzgebieten, Berlin, 1916, XXIX, Heft 1, p. 30.

3041. Offermann, Johanna, Beiträge zur Petrographie der Insel Neupommern.

Beiträge zur geologischen Erforschung der Deutschen Schutzgebiete, Heft 14, Berlin, 1916, p. 1—49.

XI. BRITSCH NIEUW-GUINEA.

No. 3042—3055.

3042. Brown, L. N., Petroleum, Vailala river, Territory of Papua. With 2 vertical sections. Papua Annual Report for the year 1912—13 [Melbourne], 1913, pp. 34—35 (Verslag van de eerste 2 boringen naar petroleum, nabij de Vailala-rivier).

3043. Carne, J. E., Report on petroleum oil field, Vailala river. Papua Report for the year ended 30 June 1912 [Melbourne], 1912, pp. 174—175.

3044. Chapman, F., Description of a limestone of lower miocene age from Bootless Inlet, Papua. Journ. and Proc. Roy. Society N.S. Wales, Vol 48, Sydney, 1914, pp. 281—301. With 3 plates.

3045. Gregory, J. W., and Trench, J. B., Eocene corals from the Fly River, Central New Guinea. The Geol. Magazine, 1916, pp. 481—488 and 529—536. With 4 plates.

3046. Maitland, A. Gibb, Geological observations in British New Guinea in 1891. With 3 maps and 3 plates. Annual Report on British New Guinea from 1 July 1891 to 30 June 1892. Brisbane, 1893, pp. 53—85 (Op p. 85 eene lijst van 35 werken, die handelen over de geologie van Nieuw-Guinea).

3047. Shirley, J., Note on a fossil wood from Mount Astrolabe, New Guinea. Annual Report on British New Guinea from 1 July 1897—30 June 1898. Brisbane, 1898, p. 133 (Met twee afbeeldingen van mikroskopische doorsneden van het verkiezelde hout, dat *Pityoxylon palaeolarix* genoemd wordt).

3048. Stanley, E. R., Report of the examination of the Hall Sound district. With geological sketch map from Yule island to Mount Yule. Papua Report for

the year ended 30 June 1911 [Melbourne], 1911, pp. 31—33.

3049. Stanley, E. R., Report of the Astrolabe Mineral field. With geological sketch map. Papua Report for the year ended 30 June 1911 [Melbourne], 1911, pp. 34—37.

3050. ———, Report on the geology of the Vailala petroleum area, Gulf division, Papua. With 2 textfigures and 5 maps.

Papua Report for the year ended 30 June 1912 [Melbourne], 1912, pp. 175—180.

3051. ———, Report on the geology of Woodlark Island (Murua), Papua. With one map and 5 textfigures. Papua Report for the year ended 30 June 1912 [Melbourne], 1912, pp. 189—208.

3052. ———, The Papuan Petroleum Area. Report of the 14th meeting of the Australasian Association for the Advancement of Science held at Melbourne, 1913. Melbourne, 1914, Proceedings of Section C, pp. 200—206. With geological sketch map.

3053. ———, Louisiade Goldfield. Papua Annual Report for the year 1914—1915 [Melbourne], 1916, pp. 141—142.

3054. Strong, W. M., Notes on the North-Eastern division of Papua (British New Guinea). The geographical Journal, XLVIII, London, 1916, p. 407—411. With map (Is hoofdzakelijk geografisch. In de nabijheid van kaap Nelson ligt een nog werkzame vulkaan, die ongeveer 40 jaren geleden eene belangrijke uitbarsting had).

3055. Wade, A., Preliminary report on the Vailala petroleum-field. With map. Papua Annual Report for the year 1913—1914. [Melbourne], 1914, pp. 151—152.

XII. OMLIGGENDE EILANDEN EN STREKEN.

No. 3056—3077.

3. FRANSCH POLYNESIË.

No. 3056.

3056. Sarasin, F., Les îles Loyalty. Actes de la soc. helvétique des sciences naturelles. 97^{me} session, Genève, 1915. Tome II (14 pages). (Tertiaire [?] kalksteen in terrassen).

4. BRITSCH POLYNESIË.

No. 3057.

3057. Daly, R. A., Problems of the Pacific Islands. American Journal of Science, XLI, 1916, p. 153—186 With one plate and 38 textfigures (Bevat beschouwingen over de vorming van koraalriffen en atollen, in verband met gletschervorming).

3057a. ———, Referaat van dit geschrift door A. Holmes: Coral reefs and the ice age, in the Geographical Journal, XLVIII, 1916, p. 411—415.

6. PHILIPPIJNEN.

No. (3027).

(3027). Komorowicz, M. von, Bericht über die im Monat März des Jahres 1913 auf den Sangir- und Philippineninseln, sowie in Nord-Celebes stattgefundenen seismischen Erscheinungen. Zeitschr. f. Vulkanologie, II, 1916, p. 151—185. Mit 7 Tafeln.

7. STRAITS SETTLEMENTS.

(Rechtstreeks bestuurd gebied en inlandsche staten).

BIRMA, SIAM.

No. 3058—3062.

3058. Jones, W. R., The origin of topaz and cassiterite at Gunung Bakau, Malaya. The Geol. Magazine, 1916, pp. 255—260 (Beide mineralen, topaas en tinsteen, zijn te Goenoeng Bakau van secundairen oorsprong).

3059. ———, Preliminary report on

tin-mining on the main range at Ulu Bakau and neighbourhood. The Geol. Magazine, 1916, pp. 453—456.

3060. Scrivenor J. B., Geology of the Federated Malay States. Geologists' Annual Report for the year 1914. Kuala Lumpur.

3061. ———, Two large Obsidianites from the Raffles Museum, Singapore. With one plate. The Geol. Magazine, 1916, pp. 145—146 (Met scheikundige analyse van C. Salter). De vindplaats is niet zeker bekend, wellicht Kélan-tan, een staat aan de oostkust van het Maleische Schiereiland. Bevat een vergelijkenden staat der scheikundige samenstelling van deze obsidianieten, tektieten van West-Borneo, Australiëten, Billitonieten, Moldaviëten; en obsidianen van de Vereenigde Staten van Noord-Amerika en van Britsch Oost-Afrika.

3062. Willbourn, E. S., Pneumatolytic alteration of a very fine-grained granitic rock from Negri Sembilan, Federated Malay States. The Geol. Magazine, 1916, pp. 441—446.

12. ST. PAULUS EN NIEUW-AMSTERDAM.

Met eilanden in het zuidelijke gedeelte van den Indischen en van den Atlantischen Oceaan.

No. 3063—3077.

3063. Campbell, R., Rocks from Gough Island, South Atlantic [ten Z.-O. van de Tristan da Cunha-eilanden], collected by the Scottish national Antarctic expedition, 1902/4. Transact. Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. L, part. 2, Edinburgh, 1915, pp. 397—404. With one plate (Hoofdzakelijk bazaltische en trachytische gesteenten, gelijkende op die van de vulkanische eilanden in den Middel-Atlantischen Oceaan).

3064. Ferguson, D., Geological observations in South Georgia. Transact. Roy.

Soc. of Edinburgh, Vol. L, part. 4, Edinburgh, 1916, pp. 797—814. With one text-figure, 11 plates (waaronder een geol. kaart van Zuid-Georgië), and an Appendix, on the Physiography of South Georgia, by J. W. Gregory, Idem, pp. 814—816 (zie No. 3066).

3065. Geikie, A., Notes on rock specimens from the Antarctic regions; with petrographic notes bij J. J. H. Teall. Proc. Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. XXII, 1898, pp. 66—70 (Over Zuid-Georgië en Graham-land).

3066. Gregory, J. W., The physiography of South Georgia, as shown bij Mr. Ferguson's photographs. Transact. Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. L, part 4, Edinburgh, 1916, pp. 814—816.

3067. ———, The geological relations and some fossils of South Georgia. Transact. Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. L, part 4, Edinburgh, 1916, pp. 817—822. With 2 plates (Behalve oud-paleozoïsche, schijnt het eiland toch ook mesozoïsche sedimenten te bevatten (vergel. No. 2853), maar de gevonden fossielen zijn onduidelijk, en geven nog geen zeker uitsluitel over den juiste ouderdom).

3068. Nordenskjöld, O., Petrogr. Untersuchungen aus dem westantarktischen Gebiete. Bull. Geol. Inst. of Upsala, VI, 1900, pp. 234—246.

3069. Peach, B. N., Note on specimens from the South Orkneys (Over oude, waarschijnlijk silurische, versteeningen van de Zuid-Orkney-eilandgroep). Proceedings Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. XXV, part. 1, 1906, pp. 469—470.

3070. Pirie, J. H. Harvey, On the graptolite-bearing rocks of the South Orkneys. Proceedings Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. XXV, part. 1, 1906, pp. 463—468. With one textfigure and a Note on specimens from the South Orkneys bij Dr. Peach (zie No. 3069).

3071. ———, Ongeveer hetzelfde in: The Scientific results of the voyage of the

„Scotia”, Vol. VIII, part. 3 (Over gesteenten van Washington Strait, Coronation Island, South Orkneys; zij bevatten graptolieten, en gelijken petrografisch zeer op de onderste lagen van Zuid-Georgië).

3072. Prior, G. T., Report on the rock-specimens. Report on the collections of natural history made in the Antarctic regions during the voyage of „the Southern Cross”, London, 1902, pp. 328 etc. (Over bazalten en phonoliethen van Kerguelen en Zuid Victoria-land).

3073. ———, Contributions to the petrology of British East Africa. Comparison of volcanic rocks from the Great Rift Valley with rocks from Pantelleria, the Canary Islands, Ascension, St. Helena, Aden and Abyssinia. The Mineralogical Magazine, Vol. XIII, London, 1903, pp. 228—263. With one plate (Op p. 261 wordt gewezen op de groote overeenstemming in petrografisch karakter tusschen de eruptieve gesteenten van de eilanden van den Middel-Atlantischen Oceaan, Ascension, St. Helena, Tristan da Cunha; bazalten, en phonoliethische gesteenten, de laatste rijk aan alkaliën).

3074. Renard, A. F., Note sur la géologie du groupe d'îles de Tristan da Cunha. Bulletins de l'Académie Royale des Sciences, etc. de Belgique, 54^{ème} année, Bruxelles, 1885, pp. 330—342 (Vulkanische gesteenten, hoofdzakelijk bazalt).

3075. ———, Notice sur les roches de l'île de l'Ascension. Bulletin du Musée Royal d'histoire naturelle de Belgique, Tome V, No 1, Bruxelles, 1887, pp. 5—58. Avec une planche (Jong-vulkanische gesteenten, met enkele ingesloten brokstukken van graniet, diabaas en gabbro).

3076. Tyrrell, G. W., The petrology of S. Georgia. Transact. Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. L, part 4, Edinburgh, 1916, pp. 823—836. With one plate.

3077. ———, Further notes on the petrography of South Georgia. The Geol. Magazine, 1916, pp. 435—441.

ALPHABETISCH REGISTER

HOOFDZAKELIJK AUTOREN-REGISTER; VOOR ENKELE
BELANGRIJKE GROEPEN EN VOOR DE ANONIEM VER-
SCHENEN GESCHRIFTEN TEVENS ZAAK-REGISTER.

DE NIEUWE WERKEN ZIJN AANGEDUID DOOR DE
NUMMERS 2966—3077 VAN HET „VIERDE VERVOLG”.

VOOR DE OUDE NUMMERS, WAARBIJ „AANV.” IS VERMELD,
ZIE MEN DE RUBRIEK „AANVULLINGEN EN VER-
BETERINGEN” OP BLADZIJDE 167 VAN DIT VERVOLG.

Over Java	handelen No. 2966—2996.
„ Sumatra	„ „ 2997—3014.
„ Bangka, Billiton, enz.	„ „ 3015—3017.
„ Zuid- en Oost-Borneo	„ „ 3018—3021.
„ Celebes	„ „ 3022—3027.
„ Molukken (met Nederlandsch Nieuw- Guinea, den Timor-Archipel en de Kleine Soenda-eilanden)	„ „ 3028—3039.
„ Duitsch Nieuw-Guinea en Duitsch Polynesië	„ „ 3040—3041.
„ Britsch Nieuw-Guinea	„ „ 3042—3055.
„ Omliggende eilanden en streken	„ „ 3056—3077.

Aardbevingen; aardbevingslijsten,

Java. 2966.
Sumatra. (2966), 3006, 3007, 3009,
3010, 3010a.
Bangka. (2966).
Celebes. (2966), 3027.
Molukken. (2966).
*Duitsch Nieuw-Guinea en Duitsch
Polynesië.* 3040.
Philippijnen. (3027).

Abendanon, E. C., 2912 Aanv. 3022, 3023, 3024.
Adam, J. W. H., 2997.

Analysen, Scheikundige.

*b. Van gesteenten, mineralen, enz.
Straits.* 3061.

Anderson, T., 2967.

Bemmelen, W. van, 2968.

Blaauw, A. H., 2969 (Java en Sumatra).

Boachi, Aquasie, 2970, 2981 (zie Linse).

Broili, F., 3028 (= Wanner 2829 Aanv.).

Brouwer, H. A., 2729 Aanv., 2769 Aanv.,
2785 Aanv., 2786 Aanv., 2879 Aanv., 2924
Aanv.; 2998, 3012 (zie Tesch), 3029, 3030.

Brown, L. N., 3042.
Bruinkolen, 3003.
Bülow, E. von, 2925 Aanv.

Cabaton, A., 2971.
Campbell, R., 3063.
Carne, J. E., 3043.
Caron, M. H., 2972.
Chapman, F., 3044.
Cloos, H., 3031.
Cool, H., 3025.

Daly, R. A., 3057, 3057a.
Deby, J., 2999.
Dekker, J., 2994 (zie Verloop).
Diener, C., 3000.
Douvillé, H., 2973, 3001.

Easton, N. Wing, 2697 Aanv. (zie Ombilin-
mijnen), 2974, 2975, 2976, 2994a (zie
Verloop).
Escher, B. G., 2977, 2978.

Ferguson, D., 3064.
Fliegel, G., 3002.
Fyan, Mej. E. C., 3032, 3032a.

Geikie, A., 3065.
Gogh, F. A. A. van, 2971 (zie Cabaton),
2979 (zie Heim).
Goud, 2994, 2997, 2999, 3008, 3011, 3051, 3053.
Gracht, W. A. J. W. van Waterschoot van
der, 3026.
Gregory, J. W., 3045 (zie Gregory and
Trench), 3066, 3067.
Groothoff, C. T., 3015, 3016.

Heim, Arn., 2971 (zie Cabaton), 2979.
Hirschi, H., 3003.
Holmes, A., 3057a (zie Daly).
Hotz, W., 2980 (zie Hotz und Rutten).

Jezler, H., 3018.
Jodium, 2980 (zie Hotz und Rutten).
Jones, W. R., 2963 Aanv., 3058, 3059.

Klein, W. C., 3004, 3004a.
Kolen
 a. Bruinkolen, 3003.
 b. Steenkolen, 3005, 3019.
Komorowicz, M. von, 3027 (Celebes, Philip-
pijnen).

Kopererts, 3049.
Krumbeck, L., 3000 (zie Diener).

Linse, H., 2970 (zie Boachi), 2981.
Looderts, 2997.

Maitland, A. Gibb, 3046.
Martin, K., 2982, 2983.
Mohr, E. C. J., 2984.
Molengraaff, G. A. F., 2985.
Muller, J. J. A., 3006, 3007.
Muller, W. C., (2989), (zie Repertorium).
Mijnwezen in Ned. Indië, Jaarverslagen, 2986.

Necrologieën van mijnningen in Ned.
Indië, 2970, 2981 (zie Linse), 2991 (zie
Stortenbeker).
Newton, R. Bullen, 3033.
Nordenskjöld, O., 3068.
Northrop, J. D., 2987.

Offermann, Johanna, 3041.
Ombilinmijnen, Verslagen, 2697 Aanv
Overbeck, T., 2988.

Palaeontologie (Beschrijvingen van ver-
steeningen, met en zonder afbeeldingen),
Java. 2973, 2982.
Sumatra. 3000, 3001, 3002, 3004, 3004a,
3012, 3013.
Z.O. Borneo. 3020.
Celebes. 3026.
Molukken. 2925 Aanv., 3028, 3031, 3032,
3032a, 3033, 3036, 3037, 3038, 3039.
Britsch N. Guinea. 3044, 3045, 3047.
Omliggende eilanden. 3067, 3069, 3070, 3071.
Peach, B. N., 3069.
Petroleum, 2950 Aanv., 2976, 2980, 2987,
2992, 3018, 3042, 3043, 3050, 3052, 3055.
Pirie, J. H., 3070, 3071.
Poeloe-Laut, Steenkolenontginning, 3019.
Pol, A. Hulshof, 3008.
Pontoppidan, H., 3009.
Prior, G. T., 3072, 3073.

Reid, H. Fielding, 3010, 3010a.
Renard, A. F., 3074, 3075.
Repertorium, Kol. Literatuur, 2989.
Roon, J. van, 3034.
Rueb, J., 2901 Aanv.

Rutten, L., 2980 (zie Hotz und Rutten),
2990, 3020, 3021, 3026 (zie van der Gracht).

Salter, C., 3061 (zie Scrivenor).

Sarasin, F., 3056.

Schalkers, W. J. P. J., (2989), (zie Repertorium).

Scrivenor, J. B., 3060, 3061.

Shirley, J., 3047.

Simon, A., 3035.

Snuijff, S., 3009 (zie Pontoppidan).

Spaulding, M. B., 3011.

Stanley, E. R., 3048—3053.

Steenkolen, 3005, 3019.

Stöhr, E., 936 Aanv.

Stortenbeker, W., 2991.

Strong, W. M., 3054.

Teall, J. J. H., 3065 (zie Geikie).

Tesch, P., 3012, 3013, 3036 (= Wanner
2829 Aanv.).

Thompson, A. Beeby, 2992.

Tinerts, tinmijnen, 2901 Aanv., 2902 Aanv.,
2963 Aanv., 3015, 3016, 3017, 3058, 3059.

Tobler, A., 3001 (zie Douville), 3014.

Topogr. Dienst in Ned. Indië, Jaarverslagen
van den, 969 Aanv.

Trench, J. B., 3045 (zie Gregory and
Trench).

Tijdschriften, 244—246 (der tijdschr.), zie
Aanv.

Tyrrell, G. W., 3076, 3077.

Verbeek, R. D. M., 2993.

Verloop, J. H., 2994.

Vulkanen, Berichten over,

Java. 969 Aanv., 2967, 2968, 2969,
2974, 2975, 2979, 2988.

Sumatra. 969 Aanv., (2969).

Molukken. 969 Aanv., 3034.

Omliggende eilanden. 3074, 3075.

Vulkanen, Eruptie's (Uitbarstingen) van,

Java. (2966), 2971, 2979.

Sumatra. (2966).

Celebes. (2966).

Britsch N. Guinea. 3054.

Wade, A., 2950 Aanv., 3055.

Walther, J., 2995.

Wanner, J., 3037 (= Wanner 2829 Aanv.),
3038.

Welter, O. A., 3039 (= Wanner 2829 Aanv.).

Wichmann, A., (1996a) Aanv.

Willbourn, E. S., 3062.

Witkamp, H., 2996.

Zilvererts, 2997, 2999, 3008, 3011.

Zwavel, 2972.

Van de Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën verschenen de volgende stukken:

Mijnbouwkundige Serie. Deel I. f 15.—

EERSTE STUK. (f 0.65). †)

- J. C. F. BUNGE, De ontwikkeling van het Staatsmijnbedrijf „ 1.—
 W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, De steenkool en de kolenmijnbouw in den modernen tijd, eene technisch-economische studie „ 1.—

TWEEDE STUK. (f 1.50).

- J. A. GRUTTERINK, De Santa Barbara Fosfaatmijn op het eiland Curaçao. *)
 J. A. GRUTTERINK, De Fosfaatmarkt. Een technisch-commercieele studie over de behoefte aan, de productie en waarde van Fosfaat. *)

DERDE STUK. (f 0.60).

- F. T. MESDAG, De goudmijn „Totok”, te Totok, Noord-Celebes. *)

VIERDE STUK.

- C. L. VAN NES, Eenige mededeelingen over schachtdelven. *)
 J. M. F. E. WINTGENS, Enkele mededeelingen over de ontwikkeling van de opwekking en het verbruik van energie op steenkolenmijnen. *)

Geologische Serie. Deel I. (f 7.50) . „ 15.—

EERSTE STUK. (f 0.60).

- W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, De huidige stand der Rijksopsporingen naar delfstoffen, voornamelijk de aangevangen onderzoekingen in Westelijk Noord-Brabant en Zeeland „ 0.75

TWEEDE STUK. (f 4.25).

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië „ 10.—

DERDE STUK. (f 0.60).

- E. T. NEWTON, On the remains of Ursus Etruscus (= U. Arvernensis) from the Pliocene Deposits of Tegelen sur Meuse. *)
 J. LORIÉ, Roode keileem en rood zand in Nederland. *)

VIERDE STUK. (f 0.60).

- H. G. JONKER, De beteekenis van de kleur der keileem in Nederland. *)
 J. F. STEENHUIS, Nieuwe bijdrage tot de kennis van de Nederlandsche Zwervelingen. Het voorkomen van het normale bruine Jura-gesteente te Kloosterholt, onder Heiligerlee. *)

VIJFDE STUK. (f 0.60).

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Eerste vervolg : „ 1.—

ZESDE STUK. (f 0.60).

- C. T. GROOTHOFF, De greisenvorming in het Batoe-Besie granietsmassief (Billiton). *)

†) Prijs voor leden.

*) Niet afzonderlijk in den handel.

ZEVENDE STUK. (f 1.25).

- B. G. ESCHER, De kwalitatieve en de kwantitatieve trillingsfiguur van optisch tweeassige middenstoffen f 0.75
J. VERSLUYS, De onbepaalde vergelijking der permanente beweging van het grondwater. *)
R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Tweede vervolg f 1.—

Geologische Serie. Deel II. f 15.—

EERSTE STUK. (f 2.—).

- W. C. KLEIN, Het Diluvium langs de Limburgsche Maas. f 2.50

TWEEDE STUK. (f 1.—).

- C. G. S. SANDBERG, Over het verband tusschen metamorphisme en tectoniek in intensief gevouwen gebieden, en den tertiairen ouderdom der alpengranieten. *)

DERDE STUK. (f 0.60).

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Derde vervolg. f 1.—

VIERDE STUK.

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Vierde vervolg. f 1.—

Geologische Serie. Deel III.

- J. F. VAN BEMMELEN, Over uitgestorven vogels der Chattam-Eilanden.
J. H. BONNEMA, Is de kennis der Recente Ostracoden van belang voor de studie der Palaeozoische?
J. BOTKE, Het geslacht Aechmina, Jones et Holl.
H. A. BROUWER, Geologische Verkenningen in de Oostelijke Molukken.
M. H. CARON, Het Zwavelvoorkomen van den Kawah Idjen.
N. WING EASTON, Het Caldeira-Probleem.
B. G. ESCHER, Beschouwingen over het opvullings-mechanisme van diepzeeslenken.
CH. TH. GROOTHOFF, Eenige merkwaardige gesteenten van Billiton.
E. C. N. VAN HOEPEN, De ouderdom der Transvaalsche Karroolagen.
W. N. KUIPER, Eene nieuwe Ostracode uit de bovensilurische mergel van Mulde op Gotland.
Dr. J. LORIÉ, De vennen van Oisterwijk in Noord-Brabant.
E. C. JUL. MOHR, Over ijzerconcreties en lateriet in Nederlandsch-Indië.
L. RUTTEN, Vier dwarsprofielen door de Tertiaire Mergelzone tusschen Soerabaja en Ngawi.
A. L. W. E. VAN DER VEEN, Een Kinetisch op-te-vatten Kristalstructuur.
E. C. ABENDANON, Een Palaeogeographische gevolgtrekking in verband tot de kristallijne Schisten-Formatie van Midden Celebes.

VERHANDELINGEN

VAN HET

GEOLOGISCH-MIJNBOUWKUNDIG GENOOTSCHAP

VOOR

NEDERLAND EN KOLONIËN.

GEOLOGISCHE SERIE.

DEEL II, Blz. 183—248.

DR. A. H. BLAAUW. — DE KIEZELWIJEREN ALS „GIDSFOSSIELEN” VOOR ONZE ALLUVIALE GRONDEN.

DR. D. J. HISSINK. — LIMBURGSCH KLEEFGROND EN TERRA ROSSA.

DR. J. LORIÉ. — DE VENNEN VAN OISTERWIJK IN NOORD-BRABANT II.

P. HÖVIG. — DE BETEKENIS DER ZUID-SUMATRASCHE ANTICLINALEN.

W. HOTZ UND L. RUTTEN. — GÖOGRAPHISCH-GEOLOGISCHE BESCHREIBUNG DES KÜSTEN-
GEBIETES VON KOETEI ZWISCHEN BONTANG UND DEM SANTAN FLUSS (OST BORNEO.)

MAART 1917.

GEOLOGY LIBRARY

's-GRAVENHAGE — MOUTON & Co. — 1917.

BIJDRAGEN

te zenden aan den Secretaris der Redactie-Commissie
Dr. P. F. HUBRECHT, Heerengracht 19, den Haag.

550
N284V
V. 2
pt. 5

UNIVERSITY OF
ILLINOIS LIBRARY
AT URBANA-CHAMPAIGN
GEOLOGY

Geology

DE KIEZELWIEREN ALS „GIDSFOSSIEN” VOOR ONZE ALLUVIALE GRONDEN.

DOOR

DR. A. H. BLAAUW.

I.

Bij mijn onderzoek over de flora en de historie van het Meertje van Rockanje, interesseerde mij ook de vraag, in hoeverre uit de Diatomeeën in de aldaar aangeboorde aardlagen, iets over de geschiedenis van het Meertje en den Stryepolder zou zijn af te leiden. Behalve voor dit bepaalde doel scheen het mij van belang op die wijze na te gaan, of ook in het algemeen de Kiezelwieren voor de beoordeeling van onze alluviale gronden goede diensten kunnen bewijzen, in het bijzonder voor het vaststellen van zoetwater- of zeewater-bezinkingen. Na HARTINGS werk over den „Bodem onder Amsterdam” (Verh. Kon. Ned. Inst. 1e kl. 3e reeks, 5e Dl., 1852) is er, voor zoover ik kon nagaan, geen verdere beschrijving gevolgd van „fossiele” Diatomeeën uit het Nederlandsch alluvium („humatielen” volgens STARINGS werk.)

HARTING noemt talrijke soorten, maar vermeldt, dat het allen op één na marine vormen zouden zijn. In zoover vertoonden de door hem onderzochte grondmonsters geen scherpe contrasten van zout- en zoetwater soorten, en wellicht dat daardoor zijn Kiezelwierbepalingen geen aanleiding zijn geweest om daaraan veel aandacht te schenken bij het geologisch beoordeelen der grondmonsters, die sinds dien tijd bij zoo talrijke boringen werden verzameld.

Na het onderzoek van de levende microflora van het Rockanjer Meertje, heb ik dus om genoemde redenen de monsters van de daar verrichte boring op Diatomeeën onderzocht en een vergelijkend overzicht samengesteld van de in verschillende lagen gevonden soorten. De ervaring, die ik bij dit Rockanjer materiaal opdeed, bracht mij tot de overtuiging, dat het van veel belang was de aandacht te vestigen op de beteekenis der Kiezelwieren bij het geologisch onderzoek van ons alluvium. Geldt het hier dus in de eerste plaats de uitkomst van een speciaal lokaal onderzoek te beschrijven, het is er mij in 't bijzonder om te doen aan de hand van dit materiaal de overtuiging te wekken, dat Kiezelwierbepalingen in het algemeen een zeer geschikt, en tot dusver te zeer veronachtzaamd middel zijn bij de studie van de historie onzer lage landen.

Voor het begripen van de locale omstandigheden, waaronder de op

Diatomeeën onderzochte monsters zijn verzameld, dient hier de volgende korte toelichting. Het Meertje ligt in den zeekleipolder de Strype en wel in den Zuidwesthoek, die aan drie kanten door dijken is ingesloten.

Met dunne gasbuizen, onderaan van een scherpen punt voorzien, heb ik daar op een honderdtal plekken den onderliggenden zandbodem gepeild. Het blijkt dan, dat een noordelijke en een zuidelijke geul 3—4 M. diep in het zand liggen en gevuld zijn met weeke klei. Tusschen deze beide geulen ligt eene zandbank, die in het midden door dit deel van den polder loopt. In het Westen tegen den Vleerdamschen dijk is die zandbank verdwenen en is een diepe kolk ontstaan, waarin de noordelijke en zuidelijke geul afdalen en in verband met elkaar staan. Toen die dijk (\pm 13^e eeuw) werd aangelegd, stond de Strype nog in open verband met de Goote (Maas-tak van den Briel naar het Zuidwesten.) Daarna werd, hetzij langzamerhand, of in korten tijd door een zwaren storm, tegen dien dijk de diepe kolk uitgeschuurd, die later in den loop van een vrij langen tijd met slib en organisch materiaal weer grootendeels gevuld werd, totdat \pm 1350 de inpoldering volgde. Een deel van deze kolk staat nu bekend als Betjenskelder. Terwijl de met klei gevulde geulen 3—4 M. diep zijn, daalt de zandbodem dicht bij den dijk tot 13 M. — A.P. Nadat deze diepste plek (niet bij den tegenwoordigen „Betjenskelder”, maar onder het weiland aan den dijk gelegen) was vastgesteld, heb ik in samenwerking met de eigenaars, de familie TROUW te Rockanje, en met subsidie van Teylers Stichting, hier eene boring uitgevoerd, die tot 29 M. werd voortgezet, dieper dus dan de geschiedenis van het Meertje reikt. In de uitvoerige publicatie over het Meertje, die verschijnt in de Verhandelingen der Kon. Akad. v. Wetenschappen, zal deze boring nog nader beschreven worden. Voor het doel van dit opstel, de beteekenis der Diatomeeën, kan hier volstaan worden met een schema der uitkomsten van deze boring, waardoor men zich omtrent de op Kiezelwieren onderzochte monsters kan oriënteren.

Niet van alle verzamelde grondmonsters zijn de Kiezelwieren bepaald, maar slechts van die, waarbij merkbare verschillen konden verwacht worden. Daarbij zijn ook de diepere lagen genomen, die niet tot de geschiedenis van het Meertje behooren, maar uit veel ouderen tijd stammen, (monster 19—23).

Uit de gekozen monsters werden telkens enkele preparaten in water doorzocht en de belangrijkste Diatomeeën, die zich daar tusschen bevonden, bepaald. In geen enkel der lagen is sprake van Diatomeeënaarde; de hoofdmassa bestaat uit zeer fijn mineraal-gruis of uit kwartskorreltjes, waartusschen men de Kiezelwieren in grooter of kleiner aantal verspreid vindt.

In menig geval is de determinatie moeilijk gebleken, en waar er onzekerheid bleef bestaan, is dit in de tabellen door vraagteekens aangeduid.

Voor een aantal soorten, wier determinatie mij moeilijkheden opleverde, mocht ik nog medewerking ondervinden van Mevrouw VAN THIENEN—DE WAAL te Groningen, die mede door vergelijking met de Diatomeeën-collectie van KINKER aldaar, nog omtrent een gedeelte zekerheid wist te verschaffen. De door haar gedetermineerde soorten zijn in de tabellen met een * voorzien. Voor deze inlichtingen betuig ik hier mijn vriendelijken dank.

In de nu volgende tabellen worden de Diatomeeën van de onderzochte monsters opgesomd en wel zoo, dat telkens eerst die worden genoemd, die reeds in hoogere lagen waren aangetroffen en daarna die, welke voor de betreffende laag nieuw gevonden werden. Die soorten, welke eigen zijn aan zout- of brak water zijn voorzien van een + teeken. De soorten welke dit teeken missen, komen alleen voor in zoet water of evenzeer in zoet als in zout water. Aan het eind van elke tabel wordt in 't kort even op het karakteristieke van dat monster gewezen. Verdere gevolgtrekkingen uit het geheel volgen aan het slot van dit artikel. Enkele resten van microorganismen, niet tot de Diatomeeën behoorend, worden — tusschen haakjes — in de tabellen mee genoemd. Behalve deze traden ook veel kleine fragmenten van sponsnaalden op, slechts zeer zelden in een paar monsters een gave naald. Dergelijke sponsnaald-stukjes komen in de monsters tot en met No. 18 véél voor, in monster 19 weinig, in monster 20, 22 en 23 zeer weinig.

II.

<i>In monster 2</i> (2 M. 70-A.P.), lichtgrijze, soms zwak-bruinige modder.	
<i>(Pediastrum Boryanum</i> , in velerlei fragmenten.)	} ook levend gevonden
<i>(Scenedesmus obtusus</i> en <i>caudatus</i>)	
<i>Cocconeis communis</i> Heib., weinig	
+ <i>Amphora coffeaeformis</i> Ag., vrij veel	
<i>Navicula sphaerophora</i> Kuetz.	
+ <i>Navicula peregrina</i> Kuetz.	
+ <i>Campylodiscus clypeus</i> Ehr.	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kuetz., enkelen	
<i>Navicula platystoma</i> Ehr., een enkele	
<i>Achnanthes lanceolata</i> Gr., weinigen	
<i>Meridion circulare</i> Ag., weinigen.	
+ * <i>Cocconeis producta</i> , A. S., vrij veel	
+ * <i>Amphora pellucida</i> , Greg., vrij veel	
<i>Epithemia Sorex</i> Ktz., vrij veel	
* <i>Nitzschia stagnorum</i> Rab.	
<i>Surirella ovalis</i> Breb., vrij veel	
<i>Cyclotella Meneghiniana</i> Ktz., enkelen	

Kleine schilfers met 6-hoekige poriën van $4\ \mu$ en anderen met poriën + van $1\ \mu$ of $1\frac{1}{2}\ \mu$ opening, vrij veel. Dit zijn fragmenten van *Triceratium*- en *Coscinodiscus*-soorten of van nog andere verwante geslachten.

Dit monster vertoont nog groote overeenkomst met het thans nog levende plankton in het meertje. Toch zijn er ook verscheidene vormen onder, die ik levend niet gevonden heb en waarvan *Amphora pellucida*, *Nitzschia stagnorum* en *Surirella ovalis* de meest opvallende zijn. Belangrijk is verder vooral de aanwezigheid van kleine fragmenten van marine geslachten als *Triceratium* en *Coscinodiscus*, die blijkbaar met zeer fijn slib hier bezonken. Wij zullen deze ook in verdere lagen aantreffen, waar ze tenslotte gaaf optreden. *Campylodiscus clypeus* ontbreekt in diepere lagen, behalve in monster 8.

In monster 4 (4 M. 40), bruin- en lichtgrijze modder en drogere zwartgrijze klei.

- | | | |
|--|---|----------------------------|
| (<i>Cosmarium spec.</i> , een enkele.) | } | ook levend en in monster 2 |
| (<i>Pediastrum Boryanum</i> , zeer weinig) | | |
| + <i>Amphora coffeaeformis</i> Ag. | | |
| <i>Navicula sphaerophora</i> Ktz. | | |
| <i>Surirella ovalis</i> Breb. | } | ook in monster 2. |
| <i>Epithemia Sorex</i> Ktz. | | |
| <i>Cyclotella Meneghiniana</i> Ktz. | | |
| + Fragmenten van <i>Coscinodiscus</i> , enz. | | |
| <i>Navicula cincta</i> Ktz. | | |
| <i>Navicula perpusilla?</i> Grun. | | |
| + * <i>Amphora commutata</i> Grun. | | |
| (+)* <i>Nitzschia hungarica</i> Grun. | | |
| <i>Nitzschia spec.</i> | | |
| + <i>Tryblionella punctata</i> W. Sm. | | |

In hoofdzaak gelijkend nog op monster 2, bevat wellicht iets meer zout- of brakwatervormen. Kenmerkend is vooral dat *Cosmarium* en *Pediastrum* nog herkenbaar zijn, dat *Campylodiscus* ontbreekt, dat *Amphora commutata*, *Tryblionella punctata* en *Nitzschia hungarica* als halophile typen optreden. De laatste komt intusschen ook wel in zoetwater voor.

In monster 6 (6 M. 05), grijs-zwarte klei.

- | | |
|---|-------------|
| * <i>Epithemia Zebra</i> Ktz., ook levend | |
| + <i>Amphora coffeaeformis</i> Ag., ook levend en in monster 2 en 4 | |
| <i>Cocconeis producta</i> A. S., weinig | } |
| <i>Achnanthes lanceolata</i> Gr. | |
| * <i>Nitzschia stagnorum</i> Rab. | ook in m. 2 |

Cyclotella Meneghiniana Ktz. } ook in m. 2 en 4
 + Fragmenten van *Coscinodiscus* enz. }

**Navicula cincta* Ktz. }
 + **Amphora commutata* Grun. } ook in m. 4

+ *Navicula interrupta* Ehr., enkelen

**Cocconeïs placentula* Ehr.

+ **Cocconeïs scutellum* Ehr. f. *parva*
Surirella spec.

**Surirella ovaia* A. S.

Epithemia Sorex Ktz.?

+ *Fragillaria ampiceros* Ehr.

Melosira lirata Grun.

Vrij veel gelijkenis met monster 2 en 4; kenmerkend treden bijv. op:
Surirella ovata en als halophile typen: *Navicula interrupta*, *Cocconeïs*
scutellum f. *parva* en *Fragillaria ampiceros*.

In monster 8 (7 M. 40); vrij droge blauwzwarte klei.

(Gave Ostracodenschalen).

(*Oscillaria tenerrima*?)

Rhoicosphenia curvata Ktz. } ook levend

+ *Nitzschia sigma* W. Sm. }

(*Scenedesmus obtusus*)

+ *Navicula peregrina* Ktz. } ook levend en in m. 2.

Cocconeïs communis Heib. }

Meridion circulare Ag.

+ *Amphora coffeaeformis* Ag., ook levend en in m. 2, 4 en 6

Navicula cryptocephala Ktz.

Navicula platystoma Ehr.

+ **Amphora pellucida* Greg. } ook in m. 2

+ Fragmenten van *Campylodiscus clypeus* Ehr. }

**Cocconeïs producta* A. S. }

**Nitzschia stagnorum* Rab. } ook in m. 2 en 6

Epithemia sorex Ktz. }

Surirella ovalis Breb. } ook in m. 2 en 4

Navicula perpusilla Grun., ook in m. 4

+ **Amphora commutata* Grun., ook in m. 4 en 6

Amphora spec.

**Amphora ovalis* Ktz.

Epithemia spec.

**Nitzschia vermicularis* Hantz.

+ *Fragillaria ampiceros* Ehr. var.?

+ *Biddulphia Rhombus* W. Sm.?

Dit monster is rijk aan vormen. Daarbij is het belangrijkste feit, dat hier de overeenstemming met het levende plankton en met monster 2 weer veel grooter is dan met monster 4 en 6.

De gave *Ostracoden*-schalen, de *Oscillaria*-draden, *Scenedesmus obtusus*, *Rhoicosphenia curvata*, fragmenten van *Campylodiscus clypeus* herinneren aan den recenten moerastoestand. Toch treden ook eenige opvallende halophile vormen op, zooals *Amphora pellucida*, *Amph. commutata*, *Fragil-laria Amphiceros*, *Biddulphia* spec. Vooral het geslacht *Amphora* is op deze diepte rijk vertegenwoordigd.

In monster 9 (8 M. 30), vette zwarte klei.

- | | |
|---|------------------------------|
| (<i>Oscillaria tenerrima?</i> , veel) | } ook levend en in m. 8. |
| <i>Rhoicosphenia curvata</i> Ktz. | |
| + <i>Nitzschia sigma</i> W. Sm. | |
| + Fragmenten van <i>Coscinodiscus</i> enz., | ook in m. 2, 4, 6 (8?) |
| <i>Navicula cryptocephala</i> Ktz., | een enkele, ook in m. 2 en 8 |
| * <i>Cocconeis producta</i> A. S., | enkelen, ook in m. 2, 6 en 8 |
| * <i>Nitzschia stagnorum</i> Rab., | ook in m. 2 en 6 |
| <i>Navicula cincta</i> Ktz., | veel, ook in m. 4 en 6 |
| * <i>Cocconeis placentula</i> Ehr., | ook in m. 6. |
| <i>Synedra Ulna biceps</i> Ktz. | |
| * <i>Mastogloia ovata</i> , Grun.? | |
| + <i>Pleurosigma hippocampus</i> W. Sm. | |
| + <i>Pleurosigma speciosum</i> W. Sm. | |
| + <i>Nitzschia lanceolata</i> W. Sm. | |
| <i>Nitzschia</i> spec. | |
| + <i>Nitzschia curvula</i> W. Sm.? | |
| <i>Nitzschia</i> spec. | |
| <i>Surirella sigma</i> W. Sm. | |
| + * <i>Tryblionella marginata</i> W. Sm. | |
| <i>Cyclotella Kuetzingiana</i> W. Sm. | |

In deze laag vindt men eenige vormen uit de vorige monsters terug, maar overigens is er een opvallend contrast van dit grondmonster zoowel met de voorgaande als met de volgende. Doordat hier zeer lange vormen van *Synedra*'s, *Pleurosigma*'s en *Nitzschia*'s typeerend optreden, is dit contrast microscopisch ook voor het oog opvallend. Kenmerkend voor deze laag zijn *Synedra Ulna biceps*, *Pleurosigma hippocampus* en *speciosum*, *Nitzschia lanceolata*, *curvula?* en anderen en *Tryblionella marginata*, in hoofdzaak dus halophile soorten.

In monster 10 (9 M. 30), donker slib met veel water.

Epithemia Sorex Ktz., ook in m. 2 en 4

- **Nitzschia stagnorum* Rab., ook in m. 2 en 6
- + Fragmenten van *Coscinodiscus* enz., ook in de vorige monsters
Navicula cincta Ktz., ook in m. 4, 6 en 9
- + **Amphora commutata* Grun., vrij veel, ook in m. 4, 6 en 8
- + *Navicula interrupta* Ehr., ook in m. 6
- + **Tryblionella marginata* W. Sm., ook in m. 9
Surirella obtusangula Rab?
- Epithemia ocellata* Ktz.?
- + *Grammatophora marina* Ktz., vrij veel
Pleurosigma Spenceri W. Sm.
- + *Melosira dubia* Ktz.
- + **Cyclotella striata* Grun.
- + **Coscinodiscus* spec.

Bijna alle kenmerkende typen van monster 9 (*Synedra Ulna biceps*, *Pleurosigma hippocampus* en *speciosum*, *Nitzschia*-soorten) zijn hier geheel of grootendeels verdwenen, en andere halophilen, ten deele uit vorige lagen, treden hier op. Het aantal zout- en brakwatertypen is hier overheerschend.

In monster 11 (9 M. 55), donker blauwgrijze klei.

- **Nitzschia stagnorum* Rab., ook in m. 2, 6 en 10
- + Veel fragmenten van *Coscinodiscus* enz., als in vorige monsters
Melosira lirata Grun, ook in m. 6
- + *Navicula interrupta* Ehr., ook in m. 6 en 10
Synedra Ulna biceps Ktz. }
- + *Pleurosigma hippocampus* W. Sm. } ook in m. 9
- + *Melosira dubia* Ktz., ook in m. 10
- + *Dimerogramma Surirella* Grun.
- + *Coscinodiscus Normanni* Greg., typisch voor deze laag, hier voor het eerst gaaf en vrijveel
- + *Coscinodiscus subtilis* Ehr.?
- + **Coscinodiscus excentricus* Ehr.

Bevat weer een aantal soorten uit monster 9 en 10 en verder nog meer marine typen. Daaronder treden vooral verschillende *Coscinodiscus*-soorten op den voorgrond.

In monster 12 (10 M. 50), blauwzwarte klei.

- Cocconeïs communis* Heib, enkelen, ook levend en in m. 8
- Epithemia Sorex* Ktz., ook in m. 2, 4 en 10
- + Fijne fragmenten van *Coscinodiscus*, enz., als in vorige nummers
Navicula cincta Ktz., veel, ook in m. 4, 6, 9 en 10
Epithemia Sorex? ook in m. 6

- + *Biddulphia Rhombus* W. Sm.?, ook in m. 8
- + (De Foraminifeer *Siderolina cruscula*)
Navicula mesolepta Ehr.
- + *Campyloneis Grevillei* Gr. en Eul.?
Melosira italica Ehr.
- + *Coscinodiscus lineatus* A.S.?, volkomen gelijkmatig met 6-kantig afgeronde poriën van 2 μ , op $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{4}$ μ afstand, zonder bijzondere schikking; 115 μ .
- + *Coscinodiscus* spec., poriën zeer onduidelijk in 3 à 4 rijen op 2 μ ; rand 2— $3\frac{1}{2}$ μ ; 45—90 μ .
- + *Actinoptychus undulatus* Ralfs.

Ook hier het marine karakter, waarbij nog weer andere vormen dan in monster 11 opvallen. Kenmerkend zijn de geslachten *Coscinodiscus* en *Actinoptychus*.

In monster 13 (12 M. 90), zwarte klei met veenresten

- + *Amphora coffeaeformis* Ag., ook levend en in m. 2, 4, 6 en 8
- + Fragmenten van *Coscinodiscus*, enz., als in vorige monsters
- + *Melosira dubia* Kuetz., vrij veel, ook in m. 10 en 11
- + **Coscinodiscus* spec., ook in m. 12
- + *Coscinodiscus* spec., ook in m. 12
- + *Rhoicosigma* spec.?

Bevat niet veel soorten, maar het geslacht *Coscinodiscus* blijft het belangrijkste en zoetwater-typen ontbreken.

In monster 15 (\pm 13 M.), zand en slib.

- + *Nitzschia sigma* W. Sm., ook levend en in m. 8 en 9
- + Fragmenten van *Coscinodiscus*, enz., als in vorige monsters
- + **Cocconeis producta* A. S., ook in monster 2, 6, 8 en 9
- + *Fragillaria amphiceros* Ehr., ook in m. 6
- + **Cyclotella striata* Grun.) ook in m. 10.
- + *Grammatophora marina* Ktz.)
- + **Coscinodiscus excentricus* Ehr., ook in m. 11
- + *Melosira lirata* Grun., ook in m. 6 en 11
- + *Triceratium Favus* Ehr.
- + (Een Foraminifeer *Nonionina* spec.)

Ook in monster 15, dat rijker is dan monster 13, bijna enkel zoutwater-soorten, waarvan *Fragillaria amphiceros*, *Grammatophora marina*, *Coscinodiscus excentricus* en gave *Triceratium Favus* de voornaamsten zijn.

In monster 18 (16 M.), zand en slib.

- + Fragmenten van *Coscinodiscus*, enz., als in vorige monsters
- + *Navicula interrupta* Ehr., ook in m. 6, 10 en 11

- + *Fragillaria ampiceros* Ehr. var.?, ook in m. 8
- + *Melosira dubia* Ktz.?, ook in m. 10, 11 en 13
- + **Coscinodiscus excentricus* Ktz., ook in m. 11 en 15
- Synedra ampiccephala* Ktz.?
- Surirella* spec.

Vrij arm aan soorten, bijna allen marine typen als in vorige lagen, die met slib in het zand liggen.

In monster 19 (18 M. 55), donkergrijze klei.

Pinnularia acrospheria Rab.?

Pleurosigma attenuatum W. Sm., zeer veel

Epithemia Zebra saxonica Grun.

Epithemia granulata W. Sm.

Epithemia turgida Ktz.?

Cymbella gracilis Ehr.?

Cymbella Ehrenbergii Ktz.?

Cymbella aspera Ehr.

In deze klei, die door en verder op een veenlaag ligt, opeens een totaal andere Diatomeeën-flora. Geen enkel marine type. *Pleurosigma attenuatum*, vele *Epithemia*- en *Cymbella*-soorten zijn bijzonder kenmerkend in deze klei. Dit zijn zoetwatertypen, maar geen moeras- of oever-typen, zooals vele *Navicula*'s, *Gomphonema*, *Rhoicosphenia*, *Cocconeis communis* enz., die hier opvallend ontbreken.

In monster 20 (21 M. 20), lichtgrijze klei.

**Cocconeis producta* A. S., ook in m. 2, 6, 8, 9 en 15

Epithemia Sorex Ktz., ook in m. 2, 4, 10 en 12

Waarschijnlijk veel fragmenten van *Synedra Ulnabiceps* Ktz., ook in m. 9 en 11

Pleurosigma attenuatum W. Sm.

Epithemia granulata W. Sm.

Epithemia Zebra saxonica Grun.

Epithemia turgida Ktz.

Epithemia spec.

Epithemia spec.

Epithemia spec.

Epithemia Argus Ktz. *quinquecostata*

Cymbella minuta Hilse?

} ook in m. 19

Deze nog dieper gelegen kleilaag heeft vrijwel hetzelfde karakter als die van monster 19. Naast *Pleurosigma attenuatum* en slechts weinig *Cymbella* treedt nu nog meer het geslacht *Epithemia* in vele soorten op den voórgrond. Alle marine invloed schijnt te ontbreken.

In monster 22 (22 M.), zand.

Na veel zoeken alleen *Epithemia* spec., uit monster 20, gevonden; ook nagenoeg geen sponsnaald-fragmenten.

In monster 23 (24 M. 80), zand.

Na veel zoeken alleen *Epithemia Sorex* uit monster 20 gevonden; zelden sponsnaald-fragmenten.

III.

Daar de boring tot 29 M. is voortgezet, reikt ze veel dieper dan de lagen, die nog verband houden met de eigenlijke geschiedenis van het Meertje. Bij het beoordeelen van de Kiezelwieren uit deze boring moet ik dan ook voorop stellen, dat de lagen tot weinig dieper dan 13 M. met het ontstaan van het Meertje te maken hebben, en dat die lagen tot ruim 13 M. dan ook een speciaal plaatselijke omstandigheid zijn in den Zuidwesthoek bij het Meertje, zonder dat er sprake is van een vergelijking met lagen op gelijke diepte elders. De tweede helft van de boring echter heeft natuurlijk met een tijdperk te maken lang vóór dat, waarin de geschiedenis van Voorne valt.

Ik heb bij de studie over het Meertje ook dat gedeelte van de boring opgenomen, omdat dit toch eenige algemeene waarde heeft, daar op deze diepte wel vergelijking met elders gelegen lagen mogelijk is en juist ook in deze diepten de Diatomeeën belangrijke aanwijzingen geven. Op die wijze vervalt de conclusie over de Diatomeeën (en de boring in 't algemeen) vanzelf in twee gedeelten.

I. Het zand, dat den bodem vormt van den Betjenskelder, bevat de typische marine Kiezelwieren (zie monster 15). Ook in monster 18 op 16 M. diepte vindt men in zand met slib weinige maar grootendeels marine Diatomeeën. Of deze op die diepte na vorming van de kolk door het omwoelen van het zeezand daar zijn terecht gekomen, of dat ze daar reeds in een veel oudere periode gedeponceerd zijn (wat even waarschijnlijk is), kan ik niet beslissen en is alleen uit te maken door een tweede boring op korten afstand van deze diepe plek. We zijn met monster 18 op de grens van het eerste en het tweede gedeelte van de boring.

Het water, dat den Betjenskelder uitkolkte, voerde een typische marine Diatomeeënflora aan. Vergelijkt men nu de monsters 15 - 13 - 12 - 11, dan ziet men, dat aanvankelijk slib met zeediatomeeën bezonk. Het beneden-gedeelte van de kolk werd dus gevuld door zware zeeklei met bijna geen zoetwatersoorten. Langzamerhand beginnen deze op te treden

(monster 10) en later wordt het aantal van deze grooter (monster 9, 8 enz.) en gaan vele typische zeediatomeeën verdwijnen. Wordt er door STARING op gewezen, dat dergelijke kuilen soms in vrij korten tijd weer met slib gevuld kunnen raken, de Diatomeeën leeren hier juist, dat dit met den Betjenskelder niet het geval was. Was de kolk in enkele jaren of korter tijd gevuld, dan zouden de Diatomeeën vrij gelijksoortig moeten zijn op verschillende diepte, en het blijkt juist dat ze van beneden naar boven langzamerhand belangrijk veranderen.

Zoo moet er zeker geruimen tijd verlopen zijn tusschen het ontstaan van deze kolk (dus ook tusschen den aanleg van den Vleerdamschen dijk, die Stuifakker inpolderde) en de inpoldering van de Strype (\pm 1350), waarmede de slibaanvoer in hoofdzaak afgesloten werd.

Men ziet dus vele marine typen verdwijnen; voor gave *Triceratium*-, *Coscinodiscus*-, *Actinoptychus*-schalen treden zeer kleine fragmenten op, die tot in de laatst afgezette lagen teruggevonden worden; het aantal zoetwatermoeras-soorten neemt toe. Daaruit valt duidelijk af te leiden — en dit strookt volkomen met andere historische gegevens — dat na een eerste periode, waarin nog volop het zoute water aanspoelde, er in en om het einde van dezen blinden zijtak van de Goote zich langzamerhand een moerasflora ontwikkelde.

Door het vormen van gorsen (Nieuw-Rockanje, Lodderlandt, later de oevers van de Strype zelf) kwam deze kreek verder uit het bereik van zeewater. Het aantal moeras-typen neemt toe, het aantal zeetypen neemt af. Toch spoelde er nog telkens (zoo lang de Strype niet was ingepolderd) fijn slib in brakwater aan. Daarbij bezonken ten slotte de fijnste slibdeelen — en bijv. kleine fragmenten van *Triceratium*, *Coscinodiscus* enz. maar geen gave schalen — in het eind van de kreek, den Betjenskelder. Men vindt die fijne slibdeelen dan meest met veel organische resten gemengd (vooral monster 8 en 2).

Dit is de voornaamste conclusie, die men door Kiezelwilvergelijking over het ontstaan van het meertje kan trekken. Op eenige bijkomstige dingen wil ik hier nog wijzen zonder ze op den voorgrond te plaatsen.

Monster 9 staat sterk op zichzelf, terwijl daaraan eenerzijds 15, 13, 12, 11 en 10 goed aansluiten met veel marine vormen, en 8, 6, 4, 2 en het levende plankton met vrij veel moerastypen anderzijds. Moet men monster 9 beschouwen als een overgang tusschen de zeeperiode en het brakwatermoeras? Of wijzen deze Kiezelwieren op een doorbraak of inspoeling, waarbij tijdelijk een aantal vormen werden ingevoerd, die weldra weer verdwenen? Pas wanneer wij meer precies de verspreiding der Diatomeeën kennen en vooral de natuurlijke groepen, waarin de Kiezelwieren op bepaalde plaatsen tezamen plegen voor te komen, zullen wij uit dergelijke Kiezelwier-wisselingen meer gedetailleerde conclusies kunnen trekken.

Monster 8 wijst duidelijk op een iets zoeter en rustiger moerasperiode dan de monsters 6 en 4 der later afgezette lagen. *Monster 8* gelijkt veel meer op den lateren toestand van monster 2 en het tegenwoordige plankton. Zoo zijn, of tengevolge van een sterkere inspoeling uit de Goote, of door een verandering in den geregelden watertoevoer (bijv. tengevolge van een naburige inpoldering), de monsters 6 en 4 nog weer te onderscheiden tusschen 8 en 2.

Nadat de slibaanvoer was opgehouden (na de inpoldering zal er hoogstens nog een weinig slib zijn aangevoerd tijdens overstromingen), heeft zich verder nog tot heden op en door de bovenste, grijze (of elders blauwgrijze) modder het organisch materiaal van moerasplanten en microorganismen afgezet, waardoor de „bruine modder” ontstond, waarin de resten der thans daar levende vormen worden teruggevonden.

II. Pas beneden 16 M. treden in het zand gave schelpen of grootere schelpfragmenten op. Onder dit zeezand volgt op 18 M. 40 op eens een laag donkergrijze klei, gemengd met stukjes veen en hout. Daaronder volgt de „diepere veenlaag”, bestaande uit droge bruinzwarte veenstof, gelegen op 19 M. 25 tot 20 M. 30 — A. P., dus in een dikke laag op aanzienlijke diepte.

Verrassend is hier de Kiezelwier-flora uit de klei, die op en ten deele door deze veenlaag ligt (zie monster 19).

Geen enkel zeetype, evenmin de gewone soorten, die men in een dicht-begroeide plas of dicht langs oevers pleegt te vinden; maar een niet-groot aantal, fraaie gave schalen behorend tot slechts een paar geslachten *Epithemia*, *Cymbella* en *Pleurosigma attenuatum*.

Uit het volkomen ontbreken der marine typen blijkt, dat het water waarin deze Kiezelwieren en deze klei bezonken, zoet was. Uit het feit, dat het aantal soorten tot een paar geslachten beperkt is en de zoo algemeene soorten, die men in poelen, slooten, op waterplanten aantreft, hier volkomen ontbreken, volgt dat dit zoet water eenigszins uitgestrekt moet zijn geweest en weinig begroeid met grootere waterplanten. Zoo heeft dus niet alleen de veen- maar ook de kleivorming daar overheen in zoet water plaats gehad.

Dieper dan deze klei- en veenlaag treft men nogmaals een laag lichtgrijze klei van 65 cM. aan tusschen zand en eindelijk nog een laagje van slechts 20 cM. Het blijkt nu, dat deze kleilaag van 65 cM. (zie monster 20) eveneens diezelfde soort Kiezelwierflora bevat en dat dus ook deze klei in een ruim zoet water bezonken is. Dat het water, waarmee deze lagen thans gedrenkt zijn, een hoog zoutgehalte heeft, is natuurlijk slechts aan de latere infiltratie te danken.

(Dr. W. v. D. SLEEN was zoo vriendelijk eenige Chloorbepalingen voor mij te verrichten. Het water van het Meertje bevatte in Sept. 1915 1732

m. Gr., in Mei 1916 3506 m. Gr., dat van monster 10 10.200 m. Gr., van monster 14 17.432 m. Gr., van monster 21 9.848 m. Gr. Chloor per Liter.)

Het was nu verder nog belangrijk, om deze kleilagen te vergelijken met kleilagen van gelijke diepte op niet al te grooten afstand.

Het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening te 's-Gravenhage was zoo welwillend mij inzage te geven van eenige boringen in de duinen ten Westen van Oost-Voorne verricht. Een van deze boringen reikte diep genoeg voor mijn doel en wijst aan: „Vette grijze klei” op 22 M. 62—23 M. 21 — A. P.

Dit monster heb ik microscopisch doorzocht. Het was arm aan Diatomeeën: geen marine soorten, noch de gewone moeras- en oeversoorten, maar wel *Pleurosigma attenuatum* en *Epithemia*'s, o.a. *E. Zebra saxonica*. Dus ook hier bij Oost-Voorne, op 4400 M. afstand van de Rockanje boring eene kleilaag met dezelfde typeerende Kiezelwierflora. Ze is hier alleen armer dan in monster 19 en 20; ook zag ik hierin niet het geslacht *Cymbella*, dat trouwens ook in monster 20 veel geringer voorkomt dan in monster 19. Zoo versterken de Kiezelwieren van Oost-Voorne de onderstelling, dat het zoet water, waarin deze klei en Diatomeeën bezonken, eenige uitgestrektheid moet gehad hebben. Om na te gaan of deze afzetting nog verder noord- of oostwaarts onder het eiland is aan te toonen, heb ik nog een paar door LORIE beschreven boringen in dit onderzoek betrokken. Door vriendelijke bemiddeling van Dr. LORIE ontving ik nog monsters van lagen, die uiterlijk beoordeeld wel verwantschap met die van Rockanje-Oostvoorne zouden kunnen opleveren. De uitkomst daarvan was het volgende:

Nieuwesuys bij de trambrug over 't Voornsche kanaal (1900, Verh. Kon. Akad. v. Wet. IX). 18 M. 70—21 M. 60 — A. P., lichtgrijze klei met zandkorrels. Geen Diatomeeën gevonden in de twee monsters, genomen tusschen 19 M. 40—21 M. 60.

Hellevoetsluis bij de schutsluis (1899 ibidem) 18 M. 15—20 M. 50, zand met lichtgrijze klei. Veel gave *Coscinodiscus*-schalen, eveneens fragmenten, waarschijnlijk ook van *Triceratium*. Enkele *Melosira*'s. *Brielle* (1903, Verh. Kon. Akad. X), 15 M. 50—23 M. 50. Zeer klei-houdend lichtblauw-grijs fijn zand. Gave schalen van *Coscinodiscus*, fragmenten van *Triceratium*, *Surirella ovalis*, *Melosira*'s, *Cyclotella Meneghiniana*.

Zoo zijn ook hier weer de Diatomeeën een uitnemend criterium. Want waar men zou verwachten, dat de lichtgrijze klei van deze laatste lagen overeenstemming zou vertoonen met die van Rockanje-Oostvoorne, daar blijkt integendeel met zekerheid, dat deze klei bij Den Briel en bij Hellevoetsluis in zout water bezonken is; de Kiezelwier-flora wijst op geheel andere omstandigheden dan die typische *Pleurosigma attenuatum*- en *Epithemia*-laag onder de Westzijde van Voorne!

De Diatomeeën kunnen hier uitnemende diensten bewijzen om verschillende lagen met elkaar te vergelijken en om de omstandigheden te bepalen, waaronder vele bezinkingen hebben plaats gehad. Terwijl die Kiezelwieren in den bodem onder het westelijk deel van Voorne het voormalig bestaan van een minstens vrij uitgestrekt zoet water bewijzen, daar zal een voortgezet Diatomeeënonderzoek van boringmonsters in Holland en Zeeland met zekerheid over het voormalig bestaan van een of meer zoetwaterbinnenmeren kunnen beslissen en er nauwkeurig de grenzen van kunnen vaststellen. Zelfs zal het mogelijk zijn aan de Kiezelwieren de oevers en het middenvlak van zulke zoetwatermeren van elkaar te onderscheiden.

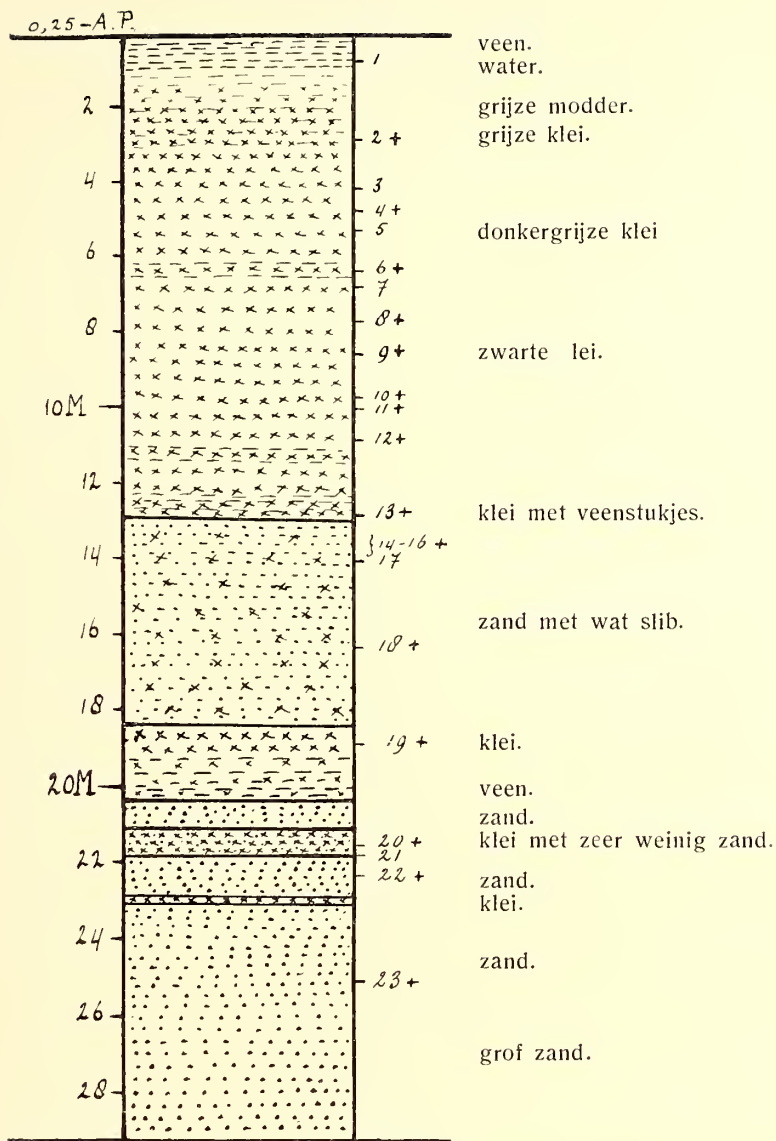
Deze te Rockanje opgedane ervaringen heb ik hier uiteengezet, omdat ik overtuigd ben, dat de verdere bepaling der Kiezelwieren in grondmonsters ons op nauwkeurige wijze kan inlichten omtrent het ontstaan van de alluviale gronden en van vele landschappen, en de historie van ons alluvium nog een heel eind verder kan brengen. Dit is slechts een kwestie van arbeid. Van talloze boringen is het materiaal nog beschikbaar.

Het kan zijn, dat men bezwaar gevoelt tegen een minitieuze Kiezelwierstudie, want nauwkeurige determinaties zijn dikwijls zeer lastig en soms door uiteenlopende beschrijvingen of afbeeldingen haast ondoenlijk, vooral daar in oudere lagen de kans op onbeschreven soorten niet zoo gering is. Maar voor het doel, dat hier beoogd wordt, mag en behoeft dit allermintst een bezwaar te zijn. Het komt hier nl. aan op het herkennen in groote trekken van groepen Diatomeeën en hierin komt men na eenige oefening vrij ver. Bepaalde typeerende soorten (of zelfs geslachten) maken het mogelijk door oefening weldra te onderscheiden of men bijv. te doen heeft met Diatomeeën: 1° uit zeewater, 2° uit rivierbeddingen, 3° uit een brakwater-riviermond nl. mengsel van 1° en 2°, 4° uit water langs oevers of van een zoetmoeras, 5° uit een zoetwatermeer, 6° uit een brakwatermoeras. Stellig zal het door meer ervaring van de verspreiding der levende Diatomeeën mogelijk zijn op den duur nog verschillende nuanceeringen te herkennen.

Zeker is het, dat door middel van de Kiezelwieren — al moet men daarbij vaak voorzichtig en kritisch te werk gaan — conclusies zijn te trekken, die men langs geen anderen weg uit grondmonsters kan afleiden. Dat blijkt zoo opvallend bij monster 20, waar de grond door latere infiltratie met zout water gedrenkt is, en waar dus niet meer het scheikundig onderzoek, maar alleen de gemakkelijke Kiezelwierbepaling kan bewijzen, dat deze klei in zoet water bezonken is.

Daarom mag dit eenvoudige middel bij de studie van het alluvium niet achterwege blijven. En overvloed van materiaal ligt voorhanden, wachtend op deze dankbare bewerking.

HAARLEM, Augustus 1916.



Schema van eene boring in den Betjenskelder te Rockanje, Aug. 1916.

Links: de diepte beneden A.P. in meters.

Rechts: nummers der genomen monsters; die met een + teeken zijn op Kieselwieren onderzocht.

LIMBURGSCH KLEEFGROND EN TERRA ROSSA¹⁾.

Bijdrage tot de Kennis van het Verweeringsvraagstuk,

DOOR

DR. D. J. HISSINK,

*Directeur van het Rijkslandbouwproefstation voor den Akker- en Weidebouw
te Groningen (Afdeling voor bodemkundig onderzoek).*

I. LIMBURGSCH KLEEFGROND.

Op het Plateau van Ubagsberg, in Zuid-Limburg, komt eene bruinge-kleurde, leemachtige grondsoort voor, welke door de bewoners, ter onderscheiding van het lössleem, kleefgrond of ook wel kleefklei genoemd wordt. Behalve door de physische samenstelling onderscheiden beide grondsoorten — kleefklei en lössleem — zich ook hierdoor van elkander, dat de eerste steeds vuursteen bevat, welke in het lössleem ontbreken²⁾.

Algemeen wordt deze kleefgrond opgevat als het residu van het krijt van Kunrade, waarop het — in lagen ter dikte van 1 à 2 dM. — gelegen is. Ook de voormalige geoloog van den opsporingsdienst, Dr. W. C. KLEIN, is deze meening toegedaan. Dr. KLEIN was zoo welwillend mij een monster kleefgrond te verschaffen, alsmede een drietal monsters van den onderliggenden mergel. De monsters zijn genomen uit de spoorweginsnijding bij Croubeek en door mij genummerd:

B 144 Kleefgrond.

B 145 Krijtmonster 1—2 dM.

B 146 idem 5—6 dM. } onder maaiveld.

B 147 idem 3—4 M. }

Ter betere oriëntering zij hier vermeld, dat de plek, waar deze monsters genomen zijn, bezichtigd werd op de excursie, gehouden door Belgische

¹⁾ Op 4 April 1914 hield ik in de zevende bijzondere vergadering van de Geologische Sectie (zie verslagen dezer Sectie, Deel I, blz. 165—168) een voordracht over „Eenige bodemvormings- en vervormingsprocessen (lateriet, terra rossa, Limburgsche kleefgrond), waarin reeds voorloopig een en ander over dit onderwerp is medegedeeld.

²⁾ In *Cultura* van Mei 1916 (Jaargang 28, blz. 170—177) komt een artikel over kleefklei voor, van de hand van den Heer C. A. J. M. DE GIER. Het bevat, naast enkele photographiën, een kaartje van het plateau van Ubagsberg, waarop de vindplaatsen van den kleefklei zijn aangegeven.

en Hollandsche geologen van 14—17 September 1912. Van het verslag van deze excursie, van de hand van Dr. KLEIN, is door Dr. LORIÉ een referaat bewerkt voor het Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap (deel XXXI, 1914, afl. 1), aan welk referaat het volgende is ontleend (blz. 87): „Ten zuiden van Croubeek bezichtigde „het gezelschap eene spoorwegingraving voor de nieuwe lijn Heerlen—„Valkenburg. Zichtbaar was de kalksteen van Koenrade, eene afdeeling „van het Maastrichtsche Krijt, bedekt door verweeringsleem, die door de „inboorlingen zeer typisch „kleefgrond” wordt genoemd, misschien in „tegenstelling met de veel minder kleverige löss”.

Zooals reeds is opgemerkt, wordt deze kleefgrond opgevat als het verweeringsresidu van het krijt. De mergel bevat, naast groote hoeveelheden koolzure kalk en iets magnesiumcarbonaat, een rest, die bij behandeling van den mergel met verdund zoutzuur achterblijft en men stelt zich nu voor, dat de kleefgrond ontstaat door verweering van het krijt, dus na de oplossing van het calcium- en magnesiumcarbonaat is achtergebleven. In dit opzicht bestaat er dus overeenstemming tusschen den Limburgschen kleefgrond en de terra rossa, de roode gronden, die de krijtafzettingen in het Karstgebied bedekken. Nu loopen de meeningen over de wijze, waarop deze terra rossa ontstaan is, al zeer uiteen en ik heb daarom getracht door de studie van den Limburgschen kleefgrond en van de rest van den Kunrader kalksteen, een inzicht te krijgen in het vraagstuk van de verweering dezer krijtrotsen, een inzicht, dat — naar het mij wil voorkomen — ook voor de geologen niet zonder belang is.

Het was voor mijn doel in de eerste plaats noodig, de beschikking te krijgen over eene hoeveelheid van het in het krijt voorkomende residu en wel op zoodanige wijze, dat dit residu bij de behandeling geen noemenswaardige veranderingen onderging. Eene behandeling met verdund zoutzuur ter oplossing van het CaCO_3 en MgCO_3 was dus buitengesloten, omdat dit zoutzuur ook op het residu inwerkt en er een gedeelte van zal oplossen. Ook verdund azijnzuur bleek in deze richting te werken, zooals we direct zullen zien. Ik besloot dus tot een uitloosing van het krijt met koolzuurhoudend water.

De hoeveelheid mergel, waarvan men uitgaat, hangt natuurlijk af van het percentage residu. Indien slechts enkele tiende procenten residu aanwezig zijn, zooals dit bijv. in de kalkafzettingen van het Karstgebied dikwerf het geval is, zal men — om bijv. 10 gram residu te verkrijgen — hebben uit te gaan van enkele kilogrammen mergel. Een orienteerend onderzoek bracht nu aan het licht, dat de Kunrader kalksteen gelukkig nogal rijk aan onoplosbaar residu is. Bij eene behandeling met verdund zoutzuur werden de volgende gehalten gevonden:

TABEL I.
Gehalten in procenten.

N°. B.	145	146	147
Vocht (H ₂ O)	0,63	0,98	0,97
Koolzuur (CO ₂)	40,27	40,07	38,98
Calciumoxyd (CaO)	52,13	51,73	49,98
Magnesiumoxyd (MgO).	1,19	0,91	0,96
Residu	6,20	6,40	8,55

Wanneer al het magnesiumoxyd aan koolzuur gebonden voorkomt en de rest van het koolzuur als CaCO₃ aanwezig is, dan bevatten deze mergels gemiddeld 87,8% CaCO₃, 2,1% MgCO₃ en 2,1% CaO, terwijl het gehalte aan residu gemiddeld ongeveer 7% bedraagt. Opmerkelijk is het, dat de vlak bij elkander gelegen monsters B 145 en 146 nagenoeg evenveel residu bevatten — het bovenste iets minder dan het tweede —, terwijl het enkele meter dieper onder maaiveld gelegen derde monster aanzienlijk meer residu bevat. Wanneer een verschil in residugehalte onder invloed van de ligging onder maaiveld tengevolge van de uitloogende werking van het hemelwater tot stand kwam, dan zou men juist de omgekeerde volgorde verwacht hebben. En aangezien mij geen andere invloeden na de vorming van deze krytafzettingen dan juist de uitloogende werking van het water bekend zijn, is men geneigd de conclusie te trekken, dat het gehalte aan residu nog al afwisselend kan zijn. Intusschen wil ik aan deze weinige cijfers, die slechts op één vindplaats betrekking hebben, geen verdere conclusies vastknoopen.

Aangezien ik voor een scheikundig onderzoek van het residu over minstens 20 gram stof moest kunnen beschikken, besloot ik van 500 gram krijgt uit te gaan. Ik splitste deze eerst in twee hoeveelheden, ieder van 250 gram, ten einde door eene duplobepaling eenige controle op mijn cijfers te kunnen verkrijgen. Laat ik hier direct aan toevoegen, dat steeds eene voldoende overeenstemming tusschen alle duplobepalingen verkregen werd.

Elke 250 gram van den mergel werden nu in een cilinder gebracht met 2 Liter water, waardoor onder omroeren bij 30° Celsius een stroom koolzuur werd geleid gedurende ongeveer 6 uur. Daarna liet ik de massa bezinken en zoog den volgenden dag de vloeistof door een filter van Pasteur-Chamberland af¹⁾. Daarna werd wederom geroerd en koolzuur doorgeleid

¹⁾ Voor een en ander werd gebruik gemaakt van de toestellen beschreven in mijne verhandeling „Verslag eener in den zomer van 1908 gemaakte studiereis naar Duitschland” Verslagen Landb. Onderzoekingen Proefstations, Deel 6.

en den derden dag wederom afgefiltreerd. Na vier dagen verzamelde ik aldus ongeveer 7,9 L. vloeistof, waarin ongeveer 6,5 gram CaCO_3 bleken te zijn opgelost. Ik ging op deze wijze door, met dit verschil, dat ik de vloeistof niet affiltreerde, doch voorzichtig afhevelde. Wel is waar verloor ik op die wijze een weinig zwevend residu, maar dit verlies is niet groot en in allen geval werd aldus het tijdroovende filtreren ontgaan. Telkens wanneer ongeveer 7,5 liter verzameld was, werd het gehalte aan CaO en MgO bepaald. Na vier analyses vond ik opgelost gemiddeld in 30,5 Liter vloeistof 23,823 gram CaCO_3 en 0,341 gram MgCO_3 . Aangezien hiervoor reeds langer dan een maand noodig geweest was, zou de uitloosing van alle CaCO_3 en MgCO_3 uit de 500 gram mergel minstens 10 maanden geduurd hebben. Zelfs bleek mij later, dat hoe langer hoe minder CaCO_3 per Liter in oplossing ging, zoodat ik ter bereiking van mijn doel — het oplossen van alle CaCO_3 — wel een jaar noodig gehad zou hebben. Ter bespoediging van het proces werd daarom de massa van elken cilinder (oorspronkelijk 250 gram mergel) over vier cilinders verdeeld en op deze wijze gelukte het mij na ongeveer $3\frac{1}{2}$ maand het residu vrij van CaCO_3 en MgCO_3 te krijgen. Ook werd het aantal analyses bekort. Aan den anderen kant werd evenwel in het filtraat kiezelzuur bepaald; aluminium- en ijzerverbindingen bleken niet in oplossing te zijn gegaan. Ik volsta hier thans met opgave van de volgende cijfers, welke betrekking hebben op de totale hoeveelheid van 500 gram mergel.

TABEL II.

	Hoeveelheid water, waarmee de mergel behandeld is, in Liters.	Opgelost totaal in grammen.			Opgelost per Liter in grammen.	
		CaCO_3	MgCO_3	Kiezelzuur (SiO_2)	CaCO_3	SiO_2
1 . . .	60.935	47.647	0.682	0.048 ¹⁾	0.78	
2 . . .	491.4	326.032	12.760	0.308	0.66	0.627
3 . . .	163.8	85.780	1.206	0.194	0.52	1.184
4 . . .	82.0	22.732	0.124	0.078	0.28	0.951
Samen .	798.135	482.191	14.772	0.628		

Nadat dus de 500 gram mergel, aanvankelijk (sub 1) over 2 cilinders, daarna (sub 2, 3 en 4) over 8 cilinders verdeeld, met bijna 800 liter met

¹⁾ In de eerste 60,9 liter werd geen kiezelzuurbepaling gedaan. Het cijfer van 0,048 gram is berekend uit het gemiddelde per liter van de andere cijfers sub 2, 3 en 4.

koolzuurverzadigd water bij 30° Celsius waren uitgeloozd, was na 3 1/2 maand een bruingekleurd residu verkregen en wel totaal na drogen 32,56 gram, dat is 6,5% op mergel berekend.

In de eerste plaats blijkt eene niet onbelangrijke fout bij de CaO (en MgO)-bepalingen gemaakt te zijn. Totaal toch wordt reeds bijna 500 gram alleen aan CaCO₃ en MgCO₃ teruggevonden. Verder wordt slechts 6,5% residu gevonden, waarbij nog het in oplossing gegane kiezelzuur ad 0,126% geteld moet worden. Dit gehalte van 6,64% residu is slechts weinig meer dan bij de behandeling met verdund zoutzuur (zie blz. 199) gevonden werd. Bij het telkens afhevelen (ongeveer 400 keer telkens twee liter) is natuurlijk iets residu verloren gegaan. Terwijl slechts sporen Al₂O₃ en Fe₂O₃ in oplossing gingen, blijken toch nog op de 500 gram mergel 0.628 gram kiezelzuur (SiO₂) te zijn uitgeloozd; dat is op mergel 0.126% en op residu 1,93%. Ik vestig ten slotte de aandacht op het feit, dat de laatste 245 liter (sub 3 en 4) per liter meer kiezelzuur uitloogden dan de voorafgaande 491 liter (sub 2). Ik kom hierop nader terug.

Het was oorspronkelijk mijn plan ook de monsters B 146 en B 147 met met koolzuurverzadigd water uit te loogen, waarmede ook werd aangevangen. Uitgeloozd werden door ongeveer 61 liter water met 500 gram mergel ongeveer 48 gram CaCO₃. Toen ik daarna mijn toestel, dat slechts acht cilinders kon bevatten, geheel voor de uitloozing van het krijtmonster B 145 noodig had, werden B 146 en B 147 verder met ongeveer 40 liter verdund azijnzuur (1 Liter ijsazijn op 40 Liter H₂O) behandeld. Op deze wijze verkreeg ik ook hier een bruingekleurd residu en wel resp. 8.77% en 11.14%. Opgemerkt moet worden, dat het verdunde azijnzuur oploste 0.088% SiO₂ en bovendien 0.157% Al₂O₃ + Fe₂O₃ op mergel berekend; dat is op residu gem. ongeveer 0.8% SiO₂ en 1.5% Al₂O₃ + Fe₂O₃.

De aldus verkregen residu's van de mergelmonsters B 145, 146 en 147 kwamen in uiterlijk vrijwel met het monster kleefgrond B 144 overeen. Alleen waren ze wat donkerbruin getint tegen het monster kleefgrond lichtbruin. Deze vier monsters werden nu scheikundig onderzocht volgens van BEMMELEN¹⁾. Deze methode komt neer op eene behandeling van den grond met sterk zoutzuur bij kookhitte, waardoor het verweeringscomplex A van den bodem ontleend wordt, terwijl de onverweerde mineraalfragmenten, voor zoover deze althans uit kwarts, veldspaat, glimmer bestaan, zoo goed als niet worden aangetast. Bij de ontleding van het verweeringscomplex A gaan Al₂O₃ en Fe₂O₃ en de basen in oplossing, terwijl het kiezelzuur zich kolloidaal afscheidt en later door verdunde loog kan worden gescheiden van de onverweerde mineraal-

¹⁾ Zie verder: D. J. HISSINK, Ueber die Bedeutung und die Methode der chemischen Bodenanalyse mit starker heisser Salzsäure — Intern. Mitt. für Bodenkunde, V. Bd. 1915

fragmenten. Laat ik hier nog ten overvloede aan toevoegen, dat naast het door zoutzuur ontleedbare verweeringscomplex A in vele gronden nog een door zwavelzuur ontleedbaar verweeringssilikaat B in den bodem aanwezig is ¹⁾. Wegens gebrek aan tijd werden de vier residu's van B 145, 146 en 147, niet op verweeringscomplex B onderzocht, terwijl om dezelfde reden ook geen onderzoek kon worden ingesteld naar de samenstelling van de onverweerde mineraalfragmenten.

De resultaten van het onderzoek zijn in onderstaande tabel opgenomen.

TABEL III.

Samenstelling in procenten, berekend op den bij 105° Celsius gedroogden grond.

	Residu's van mergels.			Gemidd. samenstelling residu's.	Kleefgrond B 144.
	B 145.	B 146.	B 147.		
Gloeiverlies	6.74	7.88	7.44	7.35	6.74
Verweeringssilikaat A. { Aluminiumoxyd (Al_2O_3)	7.48	7.81	8.31	7.87	12.93
{ Kieselzuur (SiO_2)	23.93	26.57	26.85	25.79	27.18
{ IJzeroxyd (Fe_2O_3)	8.33	9.00	11.20	9.52	12.93
{ Calciumoxyd (CaO)	1.29	0.98	1.60	1.30	1.66
{ Magnesiumoxyd (MgO)	2.31	2.31	2.53	2.39	1.55
{ Kaliumoxyd ²⁾ (K_2O)	1.95	2.06	2.17	2.06	1.77
Komplex B + onverweerde mineraalfragmenten	48.42	41.63	39.65	43.21	33.48
Samen	100.45	98.24	99.75	99.49	98.24

Een geheel juist beeld van de samenstelling van het in den kalksteen aanwezige residu geven de cijfers sub B 145, 146 en 147 niet, omdat bij de behandeling, zoowel met koolzuurhoudend water als met verdund azijnzuur, naast CaO en MgO , ook nog andere bestanddeelen (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , vermoedelijk ook iets K_2O en Na_2O) in oplossing gegaan zijn. Voor mijn doel, dat is de vergelijking van de samenstelling van de residu's met den kleefgrond, zijn de verkregen cijfers evenwel voldoende nauwkeurig. Deze vergelijking komt nog beter tot haar recht, wanneer in plaats van de procentische samenstelling de moleculaire samenstelling gegeven wordt.

¹⁾ Zie bijv. Het Verweeringssilikaat B in den bodem, door DR. D. J. HISSINK; Archief voor de Suikerindustrie in Ned.-Indië, No. 21, 1915.

²⁾ Het gehalte aan Na_2O is niet bepaald.

Voor ik hiertoe overga, komt het mij niet ongewenscht voor in het algemeen een enkel woord te wijden aan de samenstelling van het door zoutzuur ontleedbare verweeringscomplex (het complex A)¹⁾. Men moet zich dit complex opgebouwd denken, ten deele uit absorptieverbindingen, zoowel minerale als organische, en ten deele uit echte chemische verbindingen. Zooals bekend, is het kenmerkende van absorptieverbindingen wel dit, dat de samenstellende componenten (als SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 en basen als CaO , K_2O , enz.) niet in aequivalente verhoudingen aanwezig zijn. Het is dus onjuist op grond van eene chemische analyse van dit verweeringscomplex A tot de aanwezigheid van bepaalde chemische verbindingen te besluiten. Deze fout wordt herhaaldelijk begaan. Wanneer bijv. ATTERBERG in een laterietachtige grondsoort (Brazilië, Santa Teresa) bij de behandeling met zoutzuur en loog op 5.91% Al_2O_3 vindt 6.31% SiO_2 — dat is op 1 molecule Al_2O_3 ongeveer 1.81 molecule SiO_2 — dan besluit hij tot de aanwezigheid van eene verbinding $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ en wel van de in zoutzuur oplosbare vorm van kaolien, nakriet. Dit is onjuist. De samenstelling van het verweeringssilicaat kan niet nauwkeurig worden opgegeven; men moet zich vergenoegen met de mededeeling, dat op 1 molecule Al_2O_3 aanwezig is 1,81 mol. SiO_2 .

In dezelfde fout vervalt ook BAUER, wanneer hij bij zijne onderzoeken van lateriet tot de aanwezigheid van kleine hoeveelheden diaspoor besluit in al die gevallen, waarin het watergehalte niet voldoende is om de formule voor hydrargilliet ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) te geven.

Nog steeds is de opvatting niet overal doorgedrongen, dat de amorfe stoffen, wat hunne samenstelling en bouw betreft, van de kristallijne onderscheiden moeten worden. Formules, die alleen voor kristallijne verbindingen gelden, worden nog dikwerf toegepast op stoffen, die zich in amorfen toestand bevinden en uit complexen met onbepaalde samenstelling bestaan.

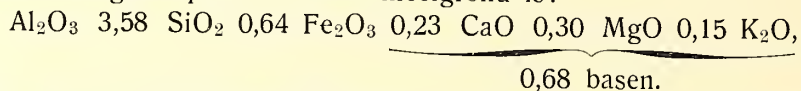
¹⁾ Zie o.m. D. J. HISSINK, Die kolloidalen Stoffe im Boden und ihre Bestimmung. Verhandlungen der II internationalen Agrogeologenkonferenz, Stockholm 1910, blz. 33—37. Ook Gedenkboek van BEMMELEN, blz. 60—70.

TABEL IV.

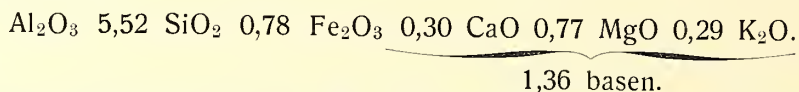
Moleculaire samenstelling van het door zoutzuur ontleedbare verweeringscomplex A.

	Residu's van de mergels.			Gemiddelde moleculaire samenstelling van de residu's.	Van den kleeftgrond. B 144.
	B 145.	B 146.	B 147.		
Al_2O_3	1	1	1	1	1
SiO_2	5,44	5,77	5,50	5,52	3,58
Fe_2O_3	0,72	0,74	0,87	0,78	0,64
CaO	0,31	0,22	0,36	0,30	0,23
MgO	0,78	0,75	0,78	0,77	0,30
K_2O	0,28	0,29	0,29	0,29	0,15

De moleculaire samenstelling van het verweeringscomplex wordt gewoonlijk opgegeven op $\text{Al}_2\text{O}_3 = 1$. De moleculaire samenstelling van het verweeringscomplex A in den kleeftgrond is:



terwijl de moleculaire samenstelling van het residu uit den kalksteen gemiddeld is:



Uit de tabellen III en IV zijn nu de volgende conclusies te trekken.

In de eerste plaats lost in zoutzuur aanzienlijk minder op van de residu's dan van het monster kleeftgrond; de residu's bevatten een hooger gehalte aan onverweerde mineraalfragmenten dan de kleeftgrond. En verder bezit het door zoutzuur ontleedbare verweeringscomplex van den kleeftgrond eene andere samenstelling dan dat van de residu's; het eerste bevat minder kiezelzuur (3,58 mol. tegen 5,52 mol.) en minder basen (0,68 mol. tegen 1,36 mol.).

Wanneer nu inderdaad de kleeftgrond uit het onoplosbare residu van het krijt gevormd is, dan mag ik op grond van mijne cijfers deze conclusie trekken, dat de verweering van het krijt zich ook na de oplossing van de koolzure kalk en magnesia nog voortzet. En dit leidt tot deze stelling, dat de kleeftgrond niet enkel is het onoplosbare residu van het krijt, maar het verweerde residu daarvan. En wanneer deze stelling juist is, dan vraag ik mij af, of zij ook niet van toepassing is op andere op krijt voorkomende bodemformatie's. Dan zou ook de boven reeds genoemde

terra rossa niet zijn op te vatten als het onoplosbare residu van de krijtformatie daar ter plaatse, maar als het na de oplossing van de koolzure kalk en magnesia verder verweerde residu. Het komt mij belangrijk genoeg voor deze opvatting tegenover andere opvattingen omtrent het ontstaan van deze roode aarden te stellen.

II. TERRA ROSSA.

Terra rossa is de roode aarde, voorkomende op de kalkgesteenten in sommige streken van de landen om de Middellandsche Zee (Karstgebied). Voor eene beschrijving van deze streken zij o.m. verwezen naar een artikel van de hand van Dr. WILHELM GRAF ZU LEININGEN „Beiträge zur Oberflächen-Geologie und Bodenkunde Istriens”, voorkomende in *Naturw. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft*, 1911 (Heft 1 en 2).

Het gehalte aan onoplosbaar residu van deze kalken loopt zeer uiteen. TUCAN ¹⁾ vond in zeer zuivere kalken slechts 0,32% rest; LEININGEN geeft op gehalten van 2—23%, doch ook van 0,044%. Is werkelijk de terra rossa het onoplosbare residu van deze kalkafzettingen, dan moeten wel enorme lagen koolzure kalk en magnesia opgelost zijn, om eene laag terra rossa van enkele centimeters dikte te vormen. Sommigen zien in deze omstandigheid een bezwaar tegen de theorie van het onoplosbaar residu, omdat het moeilijk te begrijpen is, dat hetzelfde water, dat 100 meter kalksteen en meer oploste en wegvoerde, niet in staat geweest zou zijn de kleine hoeveelheid onoplosbare bestanddeelen mee te sleepen ²⁾. Dit bezwaar is wel te ondervangen, wanneer men bedenkt, hoe moeilijk het is een eenigszins slijmig neerslag, dat zich aan een filter vastgehecht heeft, er af te spoelen. TUCAN meent het directe bewijs voor de stelling, dat de terra rossa het onoplosbare residu van de kalkafzettingen ter plaatse is, te kunnen leveren door eene vergelijking van de mineralogische samenstelling van de terra rossa met de onoplosbare rest van het onderliggende kalkgesteente. Dit onderzoek heeft bewezen, dat de terra rossa bijna geheel bestaat uit dezelfde mineralen, die in het onoplosbare residu voorkomen en deze overeenkomst is voor TUCAN een onomstootelijk bewijs voor de juistheid der stelling, dat de terra rossa het onoplosbare residu van de kalken en dolomieten is.

¹⁾ Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, XXXIV, Beilage Band.

²⁾ Zie bijv. J. WALTHER, Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft — Jena — 1893, blz. 562.

Het zou zeker van belang zijn een dergelijk onderzoek in te stellen naar de mineralogische samenstelling van den Limburgschen kleefgrond en van het onoplosbare residu van den onderliggenden kalksteen. Zij, die iets voor dit onderzoek gevoelen, kunnen gaarne de beschikking krijgen over mijn monster B 147 en het residu van B 144, verkregen door uitloogen met koolzuurhoudend water.

TUCAN neemt nu verder stilzwijgend aan, dat er geen verschil in scheikundige samenstelling bestaat tusschen de terra rossa en het residu van de krijtafzettingen. Ik kan mij met deze opvatting niet vereenigen en het komt mij voor, dat ik geen onnut werk doe, met eenige kritiek op de publicatie van TUCAN te geven.

TUCAN geeft dan in de eerste plaats de analyse van terra rossa, afkomstig van Zûpanjac. Het onderzoek vond op de bekende wijze plaats door ontleden van de stof door koken met sterk zoutzuur; evtl. aanwezig silikatisch gebonden kiezelzuur, dat zich hierbij kolloidaal afscheidt, wordt bepaald door oplossen in loog. Daarna werd de samenstelling van de door zoutzuur niet ontlede bestanddeelen door behandeling met fluorwaterstof vastgesteld.

De terra rossa van Zupanjac bevat nu:

Al_2O_3	} in zoutzuur	55,37 %
Fe_2O_3		21,76 „
H_2O}	. . . . .	13,45 „
Rutiel (TiO_2)	. . . . .	8,51 „
Eenig zirkoon.	. . . . .	0,91 „

Silikatisch gebonden kiezelzuur is niet aanwezig; evenmin basen en phosphorzuur.

TUCAN verdeelt het aanwezige water op geheel willekeurige wijze over het aanwezige Al_2O_3 en Fe_2O_3 . 9,74 % H_2O wordt aan de 55,37 % Al_2O_3 toebedeeld, om daarmee diaspoor ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$) te vormen; 3,7 % H_2O vormen met de 21,76 % Fe_2O_3 eenvoudig $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ en om de kleintjes niet over het hoofd te zien, noteert TUCAN 0,01 % water als niet gebonden. Aangezien de massa, op rutiel en zirkoon na, geen mineralen bevat en geheel amorf is, maakt hij van $\text{Al}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$ niet diaspoor, doch het gel van diaspoor en noemt dit sporogeliet en van $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ niet limoniet, doch ijzerhydroxydgel. De tegenwoordige opvatting is evenwel, dat dergelijke gels geen bepaalde chemische samenstelling bezitten en dat er dan ook geen bepaalde chemische formules aan toegekend mogen worden, maar dat men eenvoudig te schrijven heeft: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot y \text{H}_2\text{O}$, in dit geval $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 0,25 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 1,38 \text{H}_2\text{O}$.

Dat terra rossa geen silikatisch gebonden kiezelzuur en geen basen

bevat, zooals de formatie te Zupanjac, komt slechts zelden voor. Zoo bezit bijv. de terra rossa uit Zlobin de volgende samenstelling.

Vastgebonden water	. . . . .	18,08 %
Silikatisch gebonden	}	
kieselzuur (SiO ₂)		door zoutzuur . . . 8,98 „
Al ₂ O ₃		ontleedbaar silikaat . . . 39,00 „
Fe ₂ O ₃		. . . 14,02 „
Verder MnO en iets CaO	. . . . .	1,44 „
Onverweerde	{	TiO ₂ , ZrO ₂ 1,32 „
mineralen		SiO ₂ (kwarts). 17,16 „
		<hr/> 100,00 %

Volgens de gangbare opvattingen bestaat deze terra rossa voor 18,48% uit minerale bestanddeelen en voor 81,52% uit eene grootendeels amorphe substantie, waarin op één molecule Al_2O_3 aanwezig is 0,39 mol. SiO_2 , 0,23 mol. Fe_2O_3 en 2,63 mol. H_2O . Onjuist is het, zooals TUCAN doet, hiervan te maken een mengsel van sporogeliet ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), kieselzuurgel ($\text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), ijzerhydroxydgel ($2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$) en ijzeroxydgel (Fe_2O_3).

TUCAN neemt nu aan, dat in alle terra rossa hoofdzakelijk diaspoor voorkomt in gelvorm, waaraan door KISPATIC den naam van sporogeliet gegeven is. Zonder nader onderzoek verklaart hij dan verder, dat ook de hoofdmassa van het onoplosbare residu van de kalkgesteenten uit sporogeliet ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ in gelvorm) bestaat en dan vraagt hij zich af, hoe nu dit sporogeliet in die kalkafzettingen geraakt is. En aangezien hem geen gesteenten bekend zijn, waarvan de aluminaat-silikaatmineralen door verweering in sporogeliet overgaan, komt hij tot de conclusie, dat dit sporogeliet gevormd moet wezen tegelijk met de koolzure kalk en magnesia, doordat natriumcarbonaat en ammoniumcarbonaat — uit het eiwit van de zeediertjes ontstaan — inwerken op de in het zeewater aanwezige aluminiumzouten, daarmede aluminiumcarbonaat vormen, dat tenslotte onder verlies van koolzuur in $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ overgaat.

Laat ik hier nog aan toevoegen de opvatting van NEUMAYR, volgens welke de terra rossa eene allothigene formatie is, d. w. z. dat ze in haar tegenwoordigen vorm bij de vorming van de kalkgesteenten werd opgenomen. Afgaande op de roode kleur van de terra rossa, meent NEUMAYR, dat zich tijdens de vorming der kalkgesteenten diepzeeslib heeft afgezet.

Tegenover deze opvattingen stel ik mijne opvatting, dat de terra rossa het *verweeringsproduct* is van het onoplosbare residu van de kalkgesteenten; m. a. w. dat dit residu, na de wegvoering van de koolzure kalk en magnesia, verder verweerd is tot terra rossa. Een uitspraak tusschen deze opvattingen kan alleen gedaan worden door een onderzoek in te stellen naar de scheikundige samenstelling van het residu, waarbij dan dit residu het

beste verkregen wordt door de koolzure kalk en magnesia met koolzuurhoudend water uit te loogen. Dan zal — wil mijne opvatting juist zijn — moeten blijken, dat het residu eene andere scheikundige samenstelling bezit dan de terra rossa, nauwkeuriger gezegd: dat het in de terra rossa voorkomende verweeringssilikaat A sterker verweerd is dan het verweeringscomplex van het residu van de onderliggende kalkgesteenten, evenals dat bij de monsters B 144 en B 145, 146 en 147 kon worden geconstateerd.

III. VERSCHIL TUSSCHEN KLEEFGROND EN TERRA ROSSA.

Bij alle overeenkomst, die er bestaat tusschen kleefgrond (Limburg) en terra rossa (Karstgebied), is er toch ook een zeer groot verschil tusschen beide te constateeren en wel in scheikundige samenstelling van het door zoutzuur ontleedbare verweeringscomplex, het zgnd. complex A.

De moleculaire samenstelling van dit verweeringscomplex van den kleefgrond is (zie blz. 204) Al_2O_3 3,58 SiO_2 0,64 Fe_2O_3 0,68 basen en komt dus overeen met die van het complex A in andere klei-, leem- en zavelgronden, zooals uit nevenstaande tabel V blijken kan.

Op één molecule Al_2O_3 komt dus in het verweeringscomplex A van deze tien grondsoorten (zie tabel V) voor van 2,7—4,8 mol. SiO_2 , van 0,2—0,7 mol. Fe_2O_3 en van 0,35—1,87 mol. basen.

De moleculaire samenstelling van het verweeringscomplex A van de boven vermelde monsters terra rossa is:

Zupanjac: Al_2O_3 nul SiO_2 0,25 Fe_2O_3 nul basen.

Zlobin: Al_2O_3 0,39 SiO_2 0,23 Fe_2O_3 sporen basen.

De terra rossa van Zupanjac, die geen spoor silikatisch gebonden kiezelzuur en geen basen bevat, blijkt te zijn zuivere lateriet; in het verweeringscomplex komen slechts Al_2O_3 , Fe_2O_3 en H_2O voor. De moleculaire samenstelling van dit amorfe complex is Al_2O_3 0,25 Fe_2O_3 1,38 H_2O .

De terra rossa van Zlobin bevat sporen kalk en nog bijna 9% silikatisch gebonden kiezelzuur. Deze grondsoort is nog geen zuivere lateriet, maar is bezig te lateritiseeren. Het verweeringscomplex is reeds sterk basisch ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 0,4$). Zooals bekend komen tal van overgangsvormen naar zuivere lateriet voor. De verweering in de richting van lateriet is bij de terra rossa van Zlobin al zeer ver voortgeschreden. De door VAN BEMMELEN onderzochte bruine Deli-aarde¹⁾ is minder ver verweerd. Het verweeringscomplex A van deze grondsoort bevat op 1 mol. Al_2O_3 nog

¹⁾ Landw. Versuchs-Stationen, Band 37.

TABEL V.

Moleculaire samenstelling van het door zoutzuur ontleedbare verweeringscomplex A.

Grondsoort, Herkomst.	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Basen	Onderzocht door
Versche Zuiderzee-klei. .	1	3,1	0,48	1,18	VAN BEMMELEN.
idem (lichter)	1	4,8	0,49	1,87	
Zware rivierklei Java . .	1	3,0	0,44	0,73	
idem Suriname.	1	2,7	0,2	0,41	
Löss, Gelderland. . . .	1	3,3	0,44	0,58	
Löss, Limburg	1	3,5	0,53	0,41	Rijkslandbouw- proefstation Wageningen.
Keileem Gelderland. . .	1	3,6	0,40	0,35	
idem	1	3,8	0,70	0,35	
Keileem, Drenthe. . . .	1	3,3	0,49	0,41	
Kleefgrond, Limburg . .	1	3,58	0,64	0,68 ¹⁾	

1,6 mol. SiO₂. Bovendien bevat deze grond nog 2,31% basen. Terloops moge hier opgemerkt worden, dat al deze laterietachtige gronden van zeer uiteenlopende vruchtbaarheid zullen zijn. Zuivere lateriet is uit den aard der zaak volkomen steriel; de terra rossa van Zlobin zal ook wel tot de zeer onvruchtbare gronden behooren, terwijl daarentegen de roodbruine Deli-aarde tot de meest gewilde gronden voor de tabakscultuur op Deli behoort²⁾. Er heerscht op dit punt nog zeer veel verwarring; de een

¹⁾ Dit cijfer heeft betrekking op de basen CaO, MgO, K₂O; de overige cijfers op alle vier basen. Aannemende het gemiddelde gehalte aan Na₂O van de andere 9 monsters, wordt dit laatste cijfers ± 0.75 .

²⁾ Zie o. m. Grondsoortenkaart van een gedeelte van Deli door Dr. D. J. HISSINK, met bijbehorende toelichting; Uitgave 's Lands Plantentuin, Buitenzorg, 1901.

spreekt van vruchtbare, de ander van onvruchtbare lateriet. Het misverstand ontstaat, doordat degeen, die lateriet onvruchtbaar noemt, vrij zuivere lateriet bedoelt, terwijl degeen, die van vruchtbare lateriet spreekt, een slechts gedeeltelijk gelateritiseerd product op het oog heeft, dat nog betrekkelijk rijk aan plantenvoedingsstoffen is. De verwarring wordt veroorzaakt door de slechte gewoonte van sommigen om alles wat een roode kleur heeft, met den naam van lateriet te bestempelen. Men zal goed doen alleen de substantie Al_2O_3 a Fe_2O_3 b H_2O , die gedeeltelijk kristallijn kan zijn, plus onverweerbare mineraalfragmenten den naam van lateriet te geven.

Nà de uitloosing van de koolzure kalk en magnesia moet het achterblijvende residu van de kalkgesteenten uit het Karstgebied dus verder verweerd zijn in de richting van lateriet, in sommige gevallen zelfs tot zuivere lateriet (Zupanjac) en de vraag dient thans beantwoord te worden of inderdaad de voorwaarden voor de verweering daar ter plaatse zoodanig zijn, dat zij aanleiding geven tot de vorming van lateriet en laterietachtige formatie's. Ik herhaal hier nogmaals, dat ik onder lateriet versta het complex Al_2O_3 a Fe_2O_3 b H_2O , hetwelk gedeeltelijk tot den kristallijnen toestand overgegaan kan zijn, terwijl verder voorkomen grotere of kleinere hoeveelheden onverweerbare mineralen als kwarts, rutiel, zinkoon, enz. De laterietachtige gronden zijn gekenmerkt door het bezit van een basisch verweeringscomplex A, waarin op één molecule Al_2O_3 minder moleculen SiO_2 voorkomen dan in de kleigronden. Een grenscijfer is hier natuurlijk niet te geven; de verhouding $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ is bij de laterietachtige roodbruine Deli-aarde als 1:1,6, bij de terra rossa van Zlobin als 1:0,4. Deze laatste formatie is dus verder verweerd in de richting van lateriet, is verder gelateritiseerd dan de Deli-aarde.

IV. LATERIET EN LATERIETACHTIGE FORMATIE'S.

Lateriet en laterietachtige formatie's komen in hoofdzaak voor in streken met een tropisch humied klimaat en het is dus aan te nemen, dat dit klimaat bij uitstek gunstig is voor eene lateritiseering van de gesteenten. In een dergelijk klimaat zijn de omstandigheden uitermate gunstig voor de vorming van groote hoeveelheden humus, waarmede echter de humusontleding gelijken tred houdt, zoodat zich in den bodem veel koolzuur vormt. Reductieprocessen zijn, zoolang de bodem niet moerassig wordt, geen „Versumpfung” intreedt, buitengesloten, zoodat de zuurstof van de lucht steeds hare oxydeerende werking kan uitoefenen. En aangezien het

klimaat uitgesproken humied is, wordt de bouwkuin dus het geheele jaar door bij vrij hoge temperatuur uitgeloozd door een stroom water, dat rijk is aan koolzuur en ook zuurstof bevat. Dit water lost de basen en het kiezelzuur van de gesteenten op, maar tast het Al_2O_3 en ook de ijzerverbindingen niet aan. Wel lossen deze laatste na de reductie van de ferri- tot ferroverbindingen in koolzuurhoudend water op. Maar ferriverbindingen zijn niet in koolzuurhoudend water oplosbaar, terwijl de ferrozouten door de aanwezige zuurstof tot ferrizouten geoxydeerd worden.

Wanneer men zich nu voorstelt, dat dit uitloogingsproces met koolzuur- en zuurstofhoudend water in streken met een heet, uitgesproken humied klimaat, dag in dag uit doorgaat; dat er nooit sprake is van een naar boven gerichten waterstroom, die de weggespoelde verbindingen althans gedeeltelijk weer terugvoert; dat geen bemesting basen in den grond brengt, die de kolloïdale oplossingen van kiezelzuur uitvlokken en binden en daardoor het uitloogingsproces vertragen; dat geen grondbewerking plaats vindt, die — het zou mij te ver voeren dit uiteen te zetten ¹⁾ — ook vertragend op het verweeringsproces inwerkt; wanneer dan ten slotte dit uitloogingsproces gedurende zeer langen tijd op den bodem heeft kunnen inwerken, dan is men geneigd aan te nemen, dat onder deze omstandigheden alle gesteenten hunne basen en al hun silikatisch gebonden kiezelzuur zullen verliezen, zoodat — naast onverweerbare mineralen, als kwarts, rutiel, e d. — alleen overblijven verbindingen van Al_2O_3 en Fe_2O_3 met water en wel oorspronkelijk in amorfen toestand; dat is dus zuivere lateriet.

Nu is evenwel eenige jaren geleden door STREMME ²⁾ geconstateerd, dat door inwerking van koolzuurhoudend water op de bestanddeelen van graniet zich kaolien ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) vormen kan. „Da nach diesen Erörterungen Kohlensäure ein kaolinbildendes Agens ist, so erfolgt bei allen Prozessen, bei denen die Wirkung der Kohlensäure überwiegt, eine Zersetzung der Feldspäte in der Richtung auf den Rest $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$ “. Op grond van dit onderzoek komt men tot de conclusie, dat de aard van de gesteenten, die aan het verweeringsproces deelnemen, mede een overwegende rol speelt. Zelfs in een volhumied heet klimaat zouden dan veldspaten niet tot lateriet, maar tot kaolien verweeren.

¹⁾ Zie over de rol, die het ploegen in het verweeringsproces speelt, o.a. mijne verhandeling in het Archief voor de Suikerindustrie in Ned.-Indië, No. 21, 1915: Het verweeringssilikaat B in den bodem.

²⁾ C. GAGEL und H. STREMME, Ueber einen Fall von Kaolinbildung im Granit durch einen kalten Säuerling; Centralblatt für Mineralogie, u.s.w., Jrg. 1909, 427 en 467. Zie ook mijne korte mededeeling in het Chemisch Weekblad, 1910, No. 12: Over kaolienvorming.

Onlangs is nu MOHR in dit tijdschrift ¹⁾ tot een zelfde gevolgtrekking gekomen. Op grond van het feit, dat hij nimmer een laterietgrond vond, waaruit *al* het silikatisch gebonden kiezelzuur verdwenen was, komt hij tot de opvatting, dat sommige mineralen — als alkaliveldspaat, glimmer — zelfs in een uitgesproken heet humied klimaat niet tot lateriet (Al_2O_3 a H_2O), maar tot kaolien ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), verweeren. Deze mineralen zouden volgens MOHR den kaolienkern in zich hebben. Nader onderzoek zal de juistheid van deze onderstelling moeten aantoonen, doch indien deze opvatting juist is, is het een reden te meer om — ter voorkoming van verwarring — alleen die formatie met den naam van lateriet te bestempelen, welke — naast onverweerbare mineralen — slechts Al_2O_3 , Fe_2O_3 en H_2O bevat.

Zooals ik reeds opmerkte, verkeerden de verbindingen van Al_2O_3 en Fe_2O_3 met water, die zich bij de lateritiseering van den bodem vormen, oorspronkelijk in den amorfen, dat is in den niet-kristallijnen toestand. ²⁾ In een amorge stof heerscht geen rust. Voortdurend grijpen veranderingen in haar physischen moleculairen toestand plaats. Er bestaat een streven, om van amorf kristallijn te worden en zoo zien we dan ook op den duur de amorge lateriet in kristallijne lateriet overgaan. Uit de amorge verbindingen van Al_2O_3 met water ontstaan bij dezen overgang twee mineralen, te weten hydrargilliet ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$) en diaspoor ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Onder welke omstandigheden zich het eene en onder welke zich het andere mineraal vormt, is niet bekend; maar beide mineralen komen in lateriet voor. En uit het amorge gel van ijzeroxyd (Fe_2O_3 met water) vormen zich mineralen als goethiet ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) en limoniet ($2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$).

Bij dit kristallisatieproces werken allerlei invloeden van chemischen en physischen aard mede. De aanwezigheid van koolzuur werkt de kristalvorming in de hand. Onder de physische oorzaken noem ik stooten, schokken en druk. Tengevolge hiervan kan het voorkomen, dat men in bepaalde richtingen de lateriet gekristalliseerd vindt, in andere richtingen niet.

Terwijl de amorge lateriet nog in zooverre als bodem kan worden aangemerkt, als ze althans nog eenig absorptievermogen bezit, is dit met de kristallijne lateriet niet meer het geval. We zijn met dit nieuwe gesteente uit het gebied der bodemkunde gekomen in dat der geologie en aanverwante wetenschappen.

Hiermede heb ik mijn opvattingen over het lateritisatieproces zoo beknopt mogelijk meegedeeld. Thans een enkel woord over andere opvattingen van de wijze waarop lateriet ontstaan is.

¹⁾ Over ijzerconcreties en lateriet in Nederlandsch-Indië door Dr. E. C. JULIUS MOHR; Deel III (1916) van dit tijdschrift, blz. 144—145.

²⁾ Ik ga hier nu niet in op de opvattingen van sommige kolloïdchemikers, als VON WEIMARN, dat het begrip amorf overeenkomt met ultra-mikrokristallijn.

WEINSCHENK ¹⁾ vat de laterietvorming niet op als verweeringsverschijnsel, omdat hij niet weet waar de kali en het kiezelzuur uit de glimmer en het veldspaat van de granieten gebleven is, „welche dann doch irgendwo wieder zur Ablagerung kommen oder sich in den Weltmeeren nachweisen lassen müssten.” Ik meen echter, dat bijv. in Britsch-Indië naast lateriet groote afzettingen van achaat en chalcedoon voorkomen. Verder vermeldt WEINSCHENK zelf, dat het water der zeeën daarom weinig kali en kiezelzuur bevat, omdat beide stoffen gretig door het planten- en dierenrijk worden opgenomen. WEINSCHENK meent, dat de geweldige groote hoeveelheid lateriet, die in de tropische streken voorkomen, „auf lokale, meist im Erdinnern vorhandene, also juvenile Ursachen zurückzuführen sind”. — Ik zou als voornaamste tegenwerping tegen deze opvatting willen wijzen op het voorkomen van allerlei overgangsvormen vanaf het onverweerde gesteente tot de zuivere lateriet toe en verder ook op de aanwezigheid van een gedeeltelijk gelateritiseerde massa onder het lateriet op de hoogte van den grondwaterspiegel.

Onder degenen, die de laterietvorming als een verweeringsverschijnsel beschouwen, heerscht echter ook lang geen eenheid in opvatting. Er zijn hier zeer vele theorieën opgeworpen. Men heeft gemeend, dat allerlei zuren en basen aan dit verweeringsproces medewerkten.

In de Geologische Rundschau, 1911 Bnd. II, Heft 4 is door W. MEIGEN een goed overzicht van de literatuur tot op 1911 gegeven ²⁾.

MEIGEN komt tot de conclusie, dat voor de laterietvorming humuszuren niet aanwezig mogen zijn — en met deze opvatting ga ik geheel accoord — doch dat het geheele proces neerkomt op een hydrolytische splitsing van de gesteenten door zuiver water. „Die Entstehung des Laterits ist darauf zurückzuführen”, zegt MEIGEN aan het slot, „dass in den Tropen wegen der geringen Menge von Humusstoffen im Boden die hydrolytische Wirkung des Wassers auf die Silikate rein zur Geltung kommt, während die Verwitterung im gemässigten Klima in erster Linie unter Mitwirkung von Kohlensäure erfolgt.”

Ik moet tegen deze laatste theorie opkomen. Juist in een tropisch, volhumied klimaat vormen zich groote massa's humusstoffen, die echter zeer spoedig ontleed worden en dan aanleiding geven tot het optreden van koolzuurrijk water. Het koolzuur moet dus in een tropisch klimaat bij het verweeringsproces een veel voorname rol spelen, dan in een gematigd klimaat het geval is. Dat door zuiver water nagenoeg geen verweering intreedt, is door H. STREME (zie o.a. Die Chemie des Kaolins, ³⁾ blz. 115)

¹⁾ WEINSCHENK, Gesteinskunde I, blz. 82—83.

²⁾ Zie verder OHLY, Intern. Mitteilungen für Bodenkunde III en LUZ, Kolloid-Zeitschrift XIV.

³⁾ Fortschritte der Mineralogie, u.s.w. 2. Band, 1912, S. 87—128.

meermalen aangetoond. Eerst wanneer òf koolzuur òf humuszuren aanwezig zijn, vindt een intensieve verweering van de gesteenten plaats.

Hoewel ik gaarne wil erkennen, dat over het proces der lateritische verweering nog tal van vragen overblijven, zoo meen ik toch, dat schromelijke vergissingen, zooals men die thans nog aantreft, in de toekomst vermeden kunnen worden, wanneer men zich slechts aan de bovengegeven uiteenzetting houdt.

In de eerste plaats zal men dan inzien, dat niet op de kleur van de formatie alleen mag worden afgegaan. Bij de verweering in een gematigd klimaat komt het ijzer weliswaar in beweging en wordt het gedeeltelijk weggevoerd, waardoor de grond gebleekt wordt, maar dit ijzer zet zich op andere plaatsen ook weer zeer gemakkelijk onder invloed van de oxydeerende werking van de luchtzuurstof af en verleent dan den bodem een meer of minder intensief roode kleur. Men kan dus wel degelijk in een klimaat, waar geen sprake is van een lateritische verweering, rood gekleurde gronden aantreffen; doch deze gronden hebben met lateriet niets anders gemeen dan de kleur. En men dient wel eens te bedenken, dat niet alles maar lateriet is, wat eene roode kleur bezit. Het doet toch vreemd aan te lezen, dat bijv. JENTSCH ¹⁾, alleen op grond van de roode kleur van den *Wehlauer Ton* meent, „dass man es in diesem Ton mit einer dem Laterit verwandten Bildung, doch nicht mit echtem Laterit zu tun habe”.

V. IS TERRA ROSSA OP TE VATTEN ALS EEN PRODUCT VAN EENE LATERITISCHE VERWEERING?

Ik ga thans over tot beantwoording van de vraag of de lateritische verweering enkel en alleen voorkomt in een tropisch, humied klimaat, m. a. w. of het voorkomen van lateriet of laterietachtige gronden tot de tropen beperkt is. Zonder twijfel zullen de omstandigheden wel nergens zóó gunstig zijn als juist daar, maar eene verweering in de richting van lateriet, eene lateritisatie van die gesteenten dus, die daarvoor vatbaar zijn, zal volgens mijne opvattingen op den duur overal daar kunnen optreden, waar geen humuszuren aan het verweeringsproces deelnemen, de uitloosing van den bodem door koolzuur-houdend water plaats vindt en waar bovendien deze uitloosing niet onderbroken wordt, beter gezegd niet wordt

¹⁾ Zie Beiträge zur regionalen Verwitterung in der Vorzeit, von E. BLANCK; Mitt. der Landw. Institute Breslau, Sechster Band, Heft V, blz. 630.

tegeengegaan door een opstijgenden waterstroom, die de uitgeloopte stoffen weer terugvoert.

In een koel klimaat met een winterperiode zijn deze voorwaarden niet vervuld en ook in een sub-tropisch klimaat zal slechts onder zeer bepaalde omstandigheden van een lateritische verweering sprake kunnen zijn. De omstandigheden voor een lateritische verweering zijn nu echter naar mijn meening wel vervuld in sommige streken van de landen om de Middellandsche Zee, n.l. in het Karstgebied, het gebied van de terra rossa.

De zomer is daar heet en droog, zoodat zich in deze periode weinig of geen plantenmassa vormt; de winters zijn niet koud, zoodat de omzetting van de weinige organische stof geregeld plaats heeft. Onder deze omstandigheden vormt zich een humusarme bodem. Te verwachten is een koolzuurverweering en geen humuszure verweering. Aan de eerste voorwaarde voor de lateriet-vorming is daarmede voldaan.

Aan de tweede voorwaarde: de regelmatige, niet onderbroken uitlooting van de gesteenten, is slechts onder bijzondere omstandigheden voldaan. Het klimaat is niet uitgesproken humied. RAMANN heeft zelfs, met het oog op den heeten, drogen zomer, vroeger gemeend het klimaat aried te moeten noemen. En ook nog in den laatsten druk van zijn werk „Bodenkunde” aarzelt hij op dit punt, maar meent toch ¹⁾, dat „während der Winterzeit humide Verhältnisse vorherrschen, welche, wie es scheint, für die Bodenbildung das Übergewicht erlangen.”

Ik ben van meening, dat dit alleen dan het geval is, wanneer de neerslag in de regenperiode, dus hoofdzakelijk in den winter, gelegenheid heeft geheel in den bodem weg te zinken en wel zóó diep, dat er in den warmen drogen zomer geen sprake is van een opstijgenden waterstroom. Deze conditie nu is vervuld in de kalkafzettingen. Het karakteristieke van het kalklandschap is onder meer gelegen in zijn lagenbouw, in de hollen, die zich gevormd hebben, waardoor de geheele watercirculatie naar diepere lagen verplaatst is. Bovendien bezit de bodem een zeer gering absorptievermogen voor water; de bodem laat het water gemakkelijk door.

We hebben hier een mooi voorbeeld van den invloed, dien de aard en de bouw van het gesteente op het bodemvormingsproces kan uitoefenen, want naar mijne meening zal in het gebied om de Middellandsche Zee alleen op deze kalkafzettingen een laterietachtige bodem kunnen ontstaan; m.a.w. de lateritische verweering zal zich daar tot de karstformatie beperken.

Ik kom dus tot de gevolgtrekking, dat klimaat en plaatselijke gesteldheden van den bodem in het Karstgebied om de Middellandsche Zee zoodanig zijn, dat hier eene lateritische verweering optreedt. Terra rossa is nu op te vatten als het in de richting van lateriet verweerde residu

¹⁾ RAMANN, *Bodenkunde*, blz. 531 en 532.

van de kalkgesteenten. Het onomstootelijke bewijs voor deze stelling is te leveren door een onderzoek in te stellen naar de scheikundige samenstelling van dit residu, waarbij het dan verkregen moet worden door uitloogen van de koolzure kalk en magnesia met koolzuurhoudend water. Vooral zal het van belang wezen het residu van de kalkafzettingen te Zupanjac te onderzoeken, daar waar dit residu in den loop der tijden tot zuivere lateriet verweerd is.

In de laatste jaren is van meerdere zijden de terra rossa opgevat als een product van lateritische verweering, o.a. door Dr. P. VAGELER, wiens publicatie¹⁾ mij tot eenige kritiek aanleiding geeft. VAGELER zoekt de eerste vereischte voor een lateritische verweering in de neutrale tot basische reactie van het bodemwater. „Nun haben infolge des Mangels an organischen Substanzen die tropischen Böden, insbesondere alle, die sich in lateritischer Zersetzung befinden, neutrale bis ausgesprochen basische Reaktion. Das Kieselsäuresol ist aber gerade bei dieser Reaktion und höheren Temperaturen ausserordentlich stabil. Es gelangt daher nicht zur Koagulation, d.h. die Kieselsäure verschwindet mit dem Wasser. Wesentlich anders ist das Verhalten der beiden anderen Sole, der kolloidalen Oxyde resp. Hydroxyde (Al_2O_3 und Fe_2O_3). Beide werden schon durch geringe Mengen negativer Ionen koaguliert, wobei der nähere Charakter dieses Vorganges hier unentschieden bleiben mag, und zwar sind sie um so weniger stabil, je höher die Temperatur ist.” — VAGELER schakelt hier geheel en al de werking van het koolzuur uit, terwijl het toch een feit is, dat zich in een lateriet-klimaat zeer groote hoeveelheden koolzuur vormen, tengevolge van de ontleding van de humusstoffen. Op grond van mijne onderzoekingen moet ik juist grooten invloed bij de lateritische verweering aan het koolzuur toekennen²⁾. Zoo vond ik bij een behandeling van ammoniumpermutiet³⁾ bij 30° Celsius bij een verdunning 1 op 1000, aan opgeloste bestanddeelen in procenten:

¹⁾ Physikalische und chemische Vorgänge bei der Bodenbildung in den Tropen, von Dr. P. VAGELER, Königsberg i. Pr.; Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung, 59. Jaargang, 1910, blz. 873—889.

²⁾ Zie ook over den rol van het koolzuur: Intern. Mitteilungen für Bodenkunde, Band III, blz. 529—572, Die Charakterisierung des Bodens nach der molekularen Zusammensetzung des durch Salzsäure zersetzlichen silikatischen Anteiles des Bodens, von Herrn R. GANS in Berlin.

³⁾ Deze ammoniumpermutiet bevatte 45,60% SiO_2 , 23,56% Al_2O_3 , 6,21% NH_3 en 24,03% H_2O . Het is een lichaam, dat zeer veel overeenkomst vertoont met het absorbeerende bodemcomplex. (Zie verder over permutieten: De beteekenis van zeolietisch materiaal in de techniek, Chemisch Weekblad, 1909). Zie voor de hier medegedeelde cijfers mijn verhandeling: De binding van de ammoniakstikstof door permutiet enz., Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations, No. XIII (1913).

	Uitgeloogd met:	
	water.	koolzuur- houdend water.
SiO ₂	0,19	2,37
Al ₂ O ₃	0,13	0,06
Stikstof (N)	0,54	3,50

Verder vergeet VAGELER, dat de alkalische bestanddeelen bij de verweering het eerst en het volkomenst worden uitgeloogd. Er zijn nog groote hoeveelheden silikatisch gebonden kiezelzuur aanwezig, wanneer reeds nagenoeg alle basen verdwenen zijn¹⁾.

VAGELER wil nu verder ook het bestaan van de terra rossa verklaren door een hooge basiciteit van de bodemoplossing aan te nemen. „Hohe Basizität der Bodenlösung kann theoretisch in gewissen Grenzen die höheren Temperaturen ersetzen, d. h. zur Koagulierung der Sesquioxide (Al₂O₃ und Fe₂O₃) führen, während SiO₂ weggeführt wird. Wenn demgemäss in den Grenzgebieten der Tropen Roterden vom lateritischen Typus, d. h. mit vielen freien Hydroxyden¹⁾ zu erwarten sind, wird man sie auf solchen zur Alkalinität neigenden Lagerstätten suchen müssen. Die bekannte Terra rossa der Mittelmeerländer findet sich in der Tat nur oder doch in der weit überwiegenden Hauptmenge auf Kalk,”.

Ook tegen deze stelling van VAGELER moet ik opkomen. De uitlooging van de enorme massa's koolzure kalk en magnesia van de kalkgesteenten zal toch wel plaats vinden door koolzuurhoudend water. Zal nu de redeneering van VAGELER opgaan, dan moeten reeds tijdens de uitlooging van de koolzure kalk en magnesia door koolzuurhoudend water enorme massa's silikatisch gebonden kiezelzuur in oplossing gaan, m. a. w. de lateritisatie nog vóór de uitlooging van de carbonaten al zeer ver voortgeschreden zijn. Nu blijkt evenwel uit mijne onderzoekingen (zie blz. 200), dat door behandeling van 500 gram mergel, bevattende ongeveer 40 gram residu, met 800 Liter koolzuurhoudend water, slechts 628 milligram kiezelzuur in oplossing gaan, terwijl deze 40 gram residu toch ongeveer 10 gram silikatisch gebonden kiezelzuur bevatten. Bovendien is mij ge-

¹⁾ Zie o.m. Beitrag zur Kenntnis des Laterits, insbesondere dessen von Madagaskar, von MAX BAUER in Marburg; Neues Jahrbuch für Mineralogie, u.s.w., Festband, 1907.

²⁾ Deze opvatting van VAGELER, dat in laterietachtige gronden vrij Al₂O₃ en Fe₂O₃ voorkomt, is onjuist; dergelijke gronden bevatten een basisch verweeringssilikaat (zie verder blz. 203 en 206).

bleken, dat de uitloosing van het kiezelzuur door koolzuurhoudend water juist na de verwijdering van de koolzure kalk sneller gaat verlopen. Door uitloosing van 40 gram kleefgrond met 32 Liter koolzuurhoudend water ging 72 milligram kiezelzuur in oplossing, dat zou — als men deze omrekening mag uitvoeren — per 800 Liter niet minder dan 1800 milligram kiezelzuur zijn. Al moge het nu ook nog de vraag zijn, of dit laatste — dat door 800 Liter 1800 milligram wordt uitgeloozd, wanneer door 32 Liter 72 milligram verwijderd wordt — wel geheel juist is, zoo meen ik toch te hebben aangetoond, dat er geen sprake is van een verweering tot lateriet of tot een laterietachtige massa, zoolang nog koolzure kalk in noemenswaarde hoeveelheden aanwezig is.

Trouwens ook GANS komt tot de conclusie ¹⁾ dat „die Aluminatsilikate somit durch CaCO_3 vor der Verwitterung geschützt werden”. Deze onderzoeker meent zelfs, dat „Hydrargyllit sich nicht bildet, auch nicht in den Tropen, wenn die Verwitterungslösungen stärker alkalisch sind, weil diese zur Bindung der Tonerde an die Kieselsäure Veranlassung geben und einer Abscheidung der Tonerde durch die CO_2 entgegenwirken”. GANS neemt eene chemische binding van Al_2O_3 en SiO_2 aan en „erst nach Sprengung dieser chemischen Bindung durch die CO_2 kann es, bei fehlender oder geringer Alkalität der Verwitterungslösung, zu einer kristallinen ²⁾ Abscheidung des Tonerdehydrates kommen”.

Tenslotte mogen hier nog de resultaten van een onderzoek van VAN DER LEEDEN en SCHNEIDER ³⁾ vermeld worden. Onderzocht werden eenige grondsoorten, afkomstig o. a. van de plantages Westpare en Moshi in Duitsch Oost-Afrika. De monsters van Westpare zijn nog betrekkelijk rijk aan koolzure kalk ($1 \text{ à } 2\%$) en bevatten een sterk zuur verweerings-silikaat A ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 7 \text{ à } 12$), terwijl dit silikaat in de monsters van Moshi, die aanzienlijk minder basen en geen carbonaten meer bevatten, veel minder zuur, ja soms zelfs sterk basisch is ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 3, 9 \text{ à } 1,2$).

Ten slotte zou ik — wanneer inderdaad de oorzaak van de lateritische verweering in het Karstgebied aan eene alkalische reactie van de bodemoplossing, tengevolge van de aanwezigheid van koolzure kalk, moest

¹⁾ Zie t. a. p., blz. 551 en 552.

²⁾ Of, zooals GANS zich denkt, het Al_2O_3 zich onmiddellijk kristallijn afzet, is nog de vraag. Naar mijne meening vormt zich eerst amorf $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, dat op den duur in den kristallijnen vorm kan overgaan. Bij dit kristallisatieproces werkt het koolzuur bespoedigend (zie o. a. VAN BEMMELEN en ook: Zur Bildung von Eisenglanz von Dr. WÖLBLING, Berlin, Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift, 2 Januar 1909, Jrg. 45, No. 1).

³⁾ Ueber neuere Methoden der Bodenanalyse und der Bestimmung der Kolloidstoffe im Boden, von Dr. RUDOLF VAN DER LEEDEN und Dr. FELIX SCHNEIDER, Berlin; Int. Mitt. für Bodenkunde, Band II, 81—109.

worden toegeschreven — willen opmerken, dat dan niet is in te zien, waarom ook het residu van de Limburgsche krijtafzettingen niet in de richting van lateriet verweerd zou zijn. En dit nu is zeker niet het geval, zooals reeds in de eerste plaats blijkt uit de totale samenstelling van het geheele verweeringssilikaat A van den kleefklei (zie blz. 202 en 204). Intusschen ware de mogelijkheid niet uitgesloten, dat dit verweeringssilikaat toch nog voor een gedeelte uit een basisch complex bestond. Ten einde dit na te gaan heb ik het monster kleefgrond B 144 nader onderzocht volgens de methode SCHLOESING.

SCHLOESING¹⁾ kookt den grond zachtjes gedurende $\frac{1}{2}$ uur met eene verdunde loogoplossing en bepaalt dan, hoeveel Al_2O_3 en SiO_2 in oplossing gegaan zijn. Bij een onderzoek, dat zich over een groot aantal Fransche klei- en zavelgronden uitstreckte, blijkt slechts weinig Al_2O_3 (van 0,3%—1,7%) en SiO_2 (van 0,9%—3,6%) in oplossing te zijn gegaan, in moleculaire verhouding $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1$: ongeveer 1,5 tot 4,8. Bij laterietachtige gronden uit Madagascar is het resultaat geheel anders. SCHLOESING²⁾ vindt hier bijv.:

HERKOMST.	SiO ₂ Al ₂ O ₃ in procenten		Moleculaire verhouding Al ₂ O ₃ : SiO ₂ = 1 :
Gronden uit Madagascar (SCHLOESING)	1,61	11,72	0,23
	1,92	8,10	0,40
	0,94	11,40	0,14
Kleefgrond B 144 .	1,85	1,65	1,90
Residu B 146 . .	1,62	0,61	4,52
Residu B 147 . .	1,31	0,52	4,30

Op grond van dit onderzoek komt SCHLOESING tot de conclusie: „La plupart des échantillons de terres de Madagascar étudiées dans cette Note contiennent, en proportions souvent considérables, soit de l'alumine libre ²⁾, soit un silicate de cette base très attaquable par une dissolution diluée de soude.”

In bovenstaande tabel is mede het resultaat van het onderzoek van den kleefgrond B 144 en van de residu's van de mergels B 146 en 147 volgens

¹⁾ Comptes Rendus, Tome 132 (Janvier—Juin 1901), 1203. Chimie agricole. Recherches sur l'état de l'alumine dans des terres végétales par M. TH. SCHLOESING.

²⁾ Door een scheikundig onderzoek kan niet worden uitgemaakt, of dit Al_2O_3 in vrijen toestand voorkomt.

SCHLOESING's methode opgenomen. De hierbij verkregen procentgehalten liggen geheel in tusschen de waarden, door SCHLOESING voor de gewone Fransche klei- en zavelgronden gevonden. Het gehalte aan in loog oplosbaar Al_2O_3 bereikt in de Limburgsche monsters nergens de hoogte, door SCHLOESING in de laterietachtige formatie's van Madagascar gevonden. Wel is er eenig verschil tusschen de in verdunde loog oplosbare Al_2O_3 -gehalten van den kleefgrond en de residu's van de mergels. Dit kan als steun voor mijne stelling, dat deze kleefgrond het verweeringsproduct van deze residu's is, worden opgevat. Maar van eene verweering in de richting van lateriet is nog geen sprake.

Uit dit alles volgt met voldoende zekerheid, dat de lateritiseering van het residu van de kalkgesteenten in het Karstgebied niet is toe te schrijven aan eene alkalische reactie van de bodemoplossing. De voorstelling, die VAGELER geeft van het verloop van het lateritisatieproces komt mij onjuist voor; bij dit proces speelt het koolzuur een hoofdrol. Dat verder in het Karstgebied, niettegenstaande de betrekkelijk geringe regenval, eene lateritisatie van de gesteenten plaats heeft, vindt zijn oorzaak in den karakteristieken bouw van het kalklandschap, waardoor de watercirculatie naar diepere lagen verplaatst wordt. Niettegenstaande den betrekkelijk geringen regenval vindt toch eene intensieve uitlooting van den bodem plaats.

Vraagt men ten slotte of ook op de Limburgsche mergelafzettingen op den duur eene lateritisatie van het residu der kalkafzettingen, van den kleefgrond dus, zal plaats vinden, dan moet het antwoord hierop ontkennend luiden. In ons klimaat gaat de omzetting van de humusstoffen minder snel dan in de tropen of in het Karstgebied, zoodat op den duur eene humuszure verweering van den kleefgrond niet kan uitblijven. Wanneer het verweeringsproces niet door bemesting, grondbewerking en andere cultuurmaatregelen gestoord wordt, dan zal ook ten slotte in den kleefgrond het ijzer en het aluminiumoxyd onder invloed van de humussolen in beweging raken en er zal zich vormen bleekleem.

Wanneer ik in dit tijdschrift eenigszins uitvoerig een onderdeel van het verweeringsvraagstuk behandeld heb, dan is dit geschied, omdat het mij voorkwam, dat dit aan de beoefenaren van de geologische wetenschap niet onwelkom zou zijn. Reeds in 1822 is het door VON HOFF in zijne „Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche” scherp uitgesproken, dat de thans waar te nemen veranderingen der huidige aarde het eenige middel zijn om de geschiedenis der aarde na te gaan. En onlangs werd door JONKER ¹⁾ hier

¹⁾ Geologische Brieven, I, N. R. Courant.

aan toegevoegd, dat de voortgezette studie der aarde in haar tegenwoordig kleeft hoofdvereischte voor verderen vooruitgang is. Zoo meen ik dan, dat onderzoekingen en beschouwingen, als hierboven geleverd zijn, niet alleen van belang zijn voor allen, die op een of andere wijze met de geologische wetenschap in aanraking komen, maar dat zij zelfs een onderdeel van deze wetenschap uitmaken.

KORT OVERZICHT.

1. De scheikundige samenstelling van het onoplosbare residu van den Kunrader Kalksteen (Zuid-Limburg), welk residu verkregen werd door uitloogen van de koolzure kalk en magnesia door koolzuurhoudend water en verdund azijnzuur, is vergeleken met de samenstelling van den boven dit krijt liggenden kleefklei. Hierbij bleek, dat de kleefklei niet is op te vatten als het residu van den kalksteen zonder meer, doch als het verweeringsproduct van dit residu (zie tabel III en IV).

2. Een overzicht is gegeven van de verschillende opvattingen over de wijze van ontstaan van terra rossa, eene formatie voorkomende op de krijtafzettingen in het Karstgebied. Tegenover de heerschende meeningen is betoogd, dat ook de terra rossa is op te vatten als het verweeringsproduct van het onoplosbare residu van de kalkgesteenten daar ter plaatse.

3. Naast deze overeenkomst tusschen kleefklei en terra rossa, bestaat er een groot verschil tusschen beide formaties en wel in scheikundige samenstelling van het door zoutzuur ontleedbare verweeringssilikaat A. De terra rossa bevat een zeer basisch verweeringssilikaat, is in sommige gevallen zelfs zuivere lateriet.

4. Besproken zijn de voorwaarden voor de lateritische verweering. Hoofdzak voor de lateritisatie is wel, dat de uitloosing van de gesteenten en van den bodem geschiedt door water, dat rijk is aan koolzuur, ontstaan door ontleding van humusstoffen en dat ook zuurstof bevat. Tegenover de koolzuur-verweering staat de humuszuur-verweering. Gewezen is op onderzoekingen van Stremme, waaruit volgt, dat de aard van de gesteenten mede een rol speelt. Zoo schijnen, zelfs in een heet, volhumied klimaat, sommige veldspaten bij eene koolzuur-verweering geen lateriet, maar kaolien te vormen (zie ook MOHR).

5. Klimaat en plaatselijke gesteldheid van het terrein van het Karstgebied maken eene koolzuur-verweering mogelijk. De opvatting van sommigen (VAGELER, e. a.), dat de lateritisatie in het Karstgebied toe te schrijven zou zijn aan de basische reactie van de bodemoplossing, is weerlegd geworden.

GRONINGEN, December 1916.

DE VENNEN VAN OISTERWIJK IN NOORD-BRABANT II.

DOOR

DR. J. LORIÉ.

In 1916 verscheen, in Deel III der Verhandelingen van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap, van mijne hand eene beschrijving der bekende vennen. Gaandeweg won de overtuiging bij mij veld, dat het onderwerp verre van uitgeput was, met name het vennetje bij Nemerlaar (bladz. 129) vereischte m.i. meer toelichting. Van daar, dat ik nog eenige wandeltochten in de omgeving ondernam, welker uitkomsten hier volgen.

Het drukken van Deel II was tijdelijk gestaakt, o.a. om Deel III, tevens Gedenkboek-MOLENGRAAFF, te doen verschijnen. Eerst in het laatst van 1916 werd het drukken weder ter hand genomen, vandaar het ietwat grappige anachronisme, dat de oorspronkelijke verhandeling is opgenomen in Deel III, het vervolg in Deel II. In de praktijk zal zulks, na deze opheldering, wel niet veel bezwaar opleveren.

De bladen der chromotopografische kaart 1:25000, die bij de lezing dezer studie met vrucht kunnen geraadpleegd worden, zijn, in de eerste plaats: 608 S^t Michiels-Gestel, 627 Oisterwijk, 628 Boxtel, 647 Oirschot, in de tweede plaats 667 Hilvarenbeek, 668 Middelbeers.

I.

Van algemeene bekendheid is, dat, in het diluviale tijdvak, uitschuring en ophooging, erosie en sedimentatie, met elkander hebben afgewisseld. Door haar zijn dalen, laag- en hoogterrassen gevormd, tusschen welke de hoogteverschillen soms zeer gering zijn, met name tusschen de beide eersten. Zeer dikwijls zijn zij onmerkbaar en men moet er toe besluiten uit:

1e. het onderscheid in plantengroei. Bij den overgang van laagterras in dal nemen de perceelen bouwland in aantal af, het weiland toe, dat voor hooiland plaats maakt. Dit wordt meer en meer moerassig, riet komt tusschen het gras (soms zelfs tusschen dennen), en verdringt dit ten slotte. Hazelaars, elzen, berken verschijnen, tendeele als wildopslag, daarnevens gagel, Luzula, enz.

2e. aan sloten en greppels. Aanvankelijk zijn zij diep en droog, daarna met modder, ten slotte met water gevuld en ondieper.

3e. aan den grond zelven. Zand wordt natter, zwarter, veenachtiger en maakt plaats voor veen, dat den dalbodem ophoogt en daardoor het hoogteverschil nog verder vermindert. Zoo zag ik in greppels aan de Nieuwe Ley bij Goirle (Tilburg) 1 M. zwarten grond, al of niet zanderig veen.

In het moeras der Beerze, ten N.W. van Oirschot, tusschen Spoordonk en De Logt, bestond het hooiland half uit veen, half uit uiterst fijn zand, door overstromingen aangebracht. Van de Wolvesteeg bij Oisterwijk naar den Achtersten Stroom, ziet men den grond af en toe veenhoudend worden en ten slotte in veen overgaan. Aanvankelijk was het grondwater in greppels $\frac{1}{2}$ M. diep, terwijl aan de beek het hoogteverschil slechts een paar d.M. bedroeg.

Eene dergelijke veenvlakte is ook voorhanden tusschen de boerderij Kievitsblek, ten O. van Oisterwijk, en den Achtersten Stroom en in dit veen is eene langwerpige plas met riet en zelfs open water, zóó dicht bij de beek gelegen, dat men zich gemakkelijk eene vroegere verbinding kan voorstellen. De plas ware dan een dieper stuk oude beekloop.

Eenigszins verder van de beek, dicht bij den zandweg van Wolfspuutven naar Kievitsblek, bevinden zich, in het laagterras, een paar dergelijke plassen, met riet begroeid, die klaarblijkelijk denzelfden oorsprong hebben en tevens eenen overgang vormen tot het vennetje van Nemerlaar, dat dus niet meer zoo geïsoleerd staat.

II.

Gaan wij van de beken naar de drogere gronden, dan blijkt, dat de uitschuring vroeger minder eenvoudig is geweest. Evenals tegenwoordig, in rivieren en beken, eilanden optreden, was zulks ook vroeger het geval en in veel sterkere mate, de eilanden waren regel, aan het enkelvoudige stroomstelsel ging een netvorming vooraf, als overgang van eene uitgebreide (zij het ook tijdelijke) watervlakte. Een vergelijking met de grootere vaten en de haarvatennetten bij den bloedsomloop ligt voor de hand. Van dit netwerk ziet men sporen in het groot, op de kaart, en in het klein, op het veld.

Tot de eersten reken ik de verbindingen tusschen verschillende beken, die ten deele zijn blijven bestaan, als de Oude Lei, tusschen Run en Zand-Lei bij Helvoirt, en de Kleine Aa, tusschen Beerze en Run, bij Boxtel. Soms is de bovenverbinding verbroken, door natuur of mensch, en daardoor eene zelfstandige zijbeek gevormd, als de Heilooij bij De Logt, die in de Beerze uitmondt, het Waterloopje tusschen Helvoirt en Haaren, dat oorspronkelijk met den Voorsten Stroom in verbinding stond.

In het klein ziet men die sporen in het veld, als kortere of langere zandeilandjes in het veen, waarover soms meermalen wegen in het moeras

voeren. Soms is dit zand gaan stuiven en komen daardoor de bobbeltjes beter te voorschijn. Zooals voor de hand ligt, dragen zij dikwijls boschjes, kleinere boomgroepen of alleenstaande boomen, bijv. in de Moddervelden, de Geitskooi bij Oisterwijk, in de haast onbegaanbare moerassen der Beerze, ten N.W. van Oirschot, in die van de Reuzel of Achterste Stroom, ten Z.O. van Moergestel.

Ik verklaar op dezelfde wijze de grillige afwisseling van perceelen bouw- en weiland, bijv. in het dal der Run bij Haaren, ten N.O. van Oisterwijk, aan beide zijden van het moeras der Beerze, in het Rosep-dal, ten Z.O. van het Hildsven, in het dal van den Achtersten Stroom, ten Z.O. van Oisterwijk, langs de laan van Nemerlaar, enz., enz.

In de zooeven genoemde Moddervelden staat de boerderij Kievitsblek op den N.W. rand van het gewone laagterras, de boerderij Schaapskooi m.i. op een eiland laagterras, tusschen het tegenwoordige beekdal ten N.W. en een verlaten, thans moeras, de Moddervelden, ten Z.O. Men kan den N.W. of linkeroever daarvan nog goed langs den spoorweg vervolgen in oostelijke richting. Aanvankelijk ziet men nog bouwland, vervolgens wei-, daarna hooiland, dat meer en meer verwildert, terwijl de perceelen korter worden. Deze oever is goed op de chromotopografische kaart 1:25000 te zien en heeft eene meer oostelijke richting dan de tegenwoordige beken. Door eene smalle strook hooger en droger zand met eenen weg en dennenboschjes is dit dal van het Rosepdal gescheiden.

In normale omstandigheden schoot van dit net slechts ééne ader over, de tegenwoordige beek, doch, hier en daar bleef het netwerk langer bestaan. Ik zoude tenminste op deze wijze de eigenaardige moerassen en wildernissen willen verklaren, die ik zooeven opsomde en die met geheel normale dalen afwisselen.

Zoo is de Beerze eene gewone beek ter weerszijden van den grindweg Oirschot-Moergestel en bij Boxtel. De Rosep, zijbeek der Run, heeft een normaal dal, van denzelfden grindweg tot aan den weg van De Logt naar Oisterwijk. Stroomop- en afwaarts, ter hoogte van het Belversven, vormt zij twee moerassen, daarna weder een normaal dal tot aan de Run.

III.

Maar ook het tegenovergestelde dezer netvormige *erosie* komt voor, eene netvormige *sedimentatie*. Men ziet er talrijke sporen van op de Banisveldsche- en Klein Oisterwijksche Heiden, tusschen Oirschot en Oisterwijk, op de Breeheesche Heide tusschen Goirle en Hilvarenbeek. Zand, al of niet grindhoudend, werd niet (meer) doorlopend afgezet, maar, op tal van plaatsen, bleef het water in dwarrelende beweging en

hield zoodoende onregelmatige, ondiepe laagten of plassen open, die bij droge zomers soms geheel verdwijnen, 's winters met elkander versmelten en eveneens „vennen” geheeten worden. Ik ben geneigd om aan te nemen, dat zij op eene verzwakking der „wilde wateren” wijzen, daar sommige van hen reeds duidelijk met eene dalvorming in verband staan. Bij hen zijn ook allerlei overgangen, zooals ik, op de Breeheesche Heide, duidelijk zag. Het Huisven, ten Z.O. van Goirle, loopt vrij wel evenwijdig aan de Nieuwe Ley en heeft er dus niets mede te maken. Bankven en Haneven zijn duidelijk naar deze beek gericht en er dus van afhankelijk. Nog duidelijker is zulks het geval met het Schijtelven, ten N.W. van en dicht bij Hilvarenbeek, en met het Aalstven, ten Z.W. van Esbeek. Beiden zetten zich voort in beekjes, die stroomopwaarts nog niet lang en diep genoeg uitgeschuurd hebben, om deze dalvennen in dalen te veranderen. Ik voeg er nog aan toe het Nestven, De Geul, het Witven, Randven, Langven, alle bij Hilvarenbeek.

IV.

Beter dan het hoogteverschil tusschen dal en laagterras valt dat in het oog tusschen het laatste en het hoogterras, eene nog oudere landoppervlakte, waarvan men de overblijfselen terugvindt als hoogere en drogere grondstukken of esschen, bijna uitsluitend bouwland, die zuidwaarts in de hoogere heiden overgaan. Met overtuiging reken ik daartoe:

1e. de akkers bij Biest, ten N.O. van Hilvarenbeek, zoowel naar Z.W. als naar N.O. Het hoogteverschil naar het Reuseldal is zeer duidelijk, ik schatte het op $1\frac{1}{2}$ M.

2e. De Heesakker, ten N.O. van Haaren bij Oisterwijk, vlak, droog bouwland. Langs den Bruggelaarsweg naar het N.W. wordt de rijzing aan den straatweg goed zichtbaar. Oorspronkelijk was er eene doorlopende vlakte, van Haaren tot Oisterwijk, die tot 10 M. hoogte bereikt, later werd zij door het ondiepe dal van het Waterloopje in tweeën gedeeld.

3e. Eenige stukken bouwland of esschen aan den spoorweg tusschen de stations Vught en Esch.

4e. De esch bij het dorp Esch.

5e. Eene smalle strook, tusschen Boxtel en St. Michielsgestel. Zij begint bij de gasfabriek en dicht bij de brug over de Beerze, waar een zandweg tusschen twee hoge stukken bouwland doorgaat. Ten oosten is zij begrensd door het Dommeldal, ten westen door het laagterras, waarin verschillende vennen.

V.

Dit laagterras daalt langzaam af naar het westen en is gekenmerkt door verschillende stelsels van zandstuivingen.

1e. Ten oosten der vennenreeks, men ziet duidelijk de zachte helling

naar het westen, de steilere naar het oosten, hier en daar bereiken de heuvels eene hoogte van 10 M.

2e. Ten westen der vennen, van minder beteekenis, het zand vormt verschillende ruggen en heeft getracht de vennen op te vullen.

3e. Het belangwekkendste, staat met de vennen in onmiddellijk verband en vormt duidelijke amphitheaters om hunne N.O. einden.

Ik vond niet minder dan negen dier vennen, evenwijdig aan de Dommel en van het Z.W. naar het N.O. gericht.

1e. Laagven, door den spoorweg Boxtel—'s Bosch gesneden.

2e. Heerenven. Het N.O. einde is gedeeltelijk drooggelegd, met behulp van greppels, het bevat mooi helder water en eene primitieve badinrichting voor militairen. Het amphitheater is zeer wild en staat niet in verband met de oostelijke reeks zandstuivingen.

3e. Naar het N.O. volgt een flauw dal met weiland, tot aan den straatweg Boxtel—Den Bosch, en spoedig een nieuw ven, dat niet op de kaart, blad Boxtel, is aangegeven. Het is trouwens door afwatering grootendeels drooggelegd, de bodem wordt kunstmatig nog wat opgehoogd met stuifzand der westelijke reeks.

4e. Het eerste ven der kaart, blad St. Michiels-Gestel.

5e. Het tweede ven, ten W. der boerderijen Heult, die op het hoogterras staan, ten deele vlak tegen de zandstuivingen. Eigenlijk zijn er twee vennen naast elkander, het grootere is grootendeels moeras geworden, het kleinere heeft open water. De twee amphitheaters vloeien samen op eene landtong, tusschen de vennen. Ten N. is nog een kleiner vennetje of moerasje, op de kaart aangegeven, mede met eenen heuvelkrans, het is gedeeltelijk gevuld met zand uit de grootere kransen meer zuidelijk.

De boerderij „De Haag” staat in het even vermelde grasdal, ten N.O. bevindt zich

6e. nog grootendeels open water. De heuvels aan het N.O. einde zijn zeer ontwikkeld, bereiken wel 10 M. hoogte en dragen de hardsteenen grenspaal tusschen de gemeenten Boxtel en St. Michielsgestel, ook op de kaart aangegeven.

7e. Ten N.N.W. van „De Haag”, grootendeels open water;

8e. Ten W. van en dicht bij de grenspaal;

9e. de ronde vijver bij de buitenplaats „Zegenwerp” aan de Dommel, ten Z.Z.W. van St. Michielsgestel, trok mijne aandacht. Zij bleek slechts half kunstmatig te zijn, het ringpad is voor $\frac{1}{3}$ op hooger en grond, ten N.O. aangelegd, ter weerszijden van een voetpad, voor $\frac{2}{3}$ een dijk, door eene moerassige laagte, ter weerszijden eener afwateringsbeek naar de Dommel. Deze kruist ook nog eenen breeden zandrijweg langs de boerderijen. De vijver sluit zich dus goed aan bij de overige vennen, al is zij gefatsoeneerd.

VI.

Doch, in deze zelfde buurt zijn ook vennen, die niet met zandstuivingen in verband kunnen gebracht worden:

10e. Het Zandven, aan de westzijde van den spoorweg Boxtel—'s Hertogenbosch, ligt in het laagterras, ten zuiden is nog een stuk hoogterras. Aan zijne westzijde is weder eene strook stuifzand, naar het ven toe gericht. Het ven zelf is klein en ondiep, gedeeltelijk toegestoven, van een amphitheater is geen spoor, het maakt meer den indruk van eene erosiegeul.

11e. Het Leisenven is veel grooter, ligt aan de andere zijde van den spoorweg in eene geheel vlakke omgeving. In den N.W. hoek en iets meer noordelijk is eenig stuifzand, doch zonder verband met het ven. In het westelijke gedeelte is veel riet, het oostelijke is door den golfslag opgehouden.

14e. Ten noorden van het Heerenveen is een smal vennetje, op de kaart aangegeven, dat er geheel als een stuk beek uitziet. Het is bijna geheel toegegroeid.

VII.

Wij hebben in deze strook grond, evenwijdig aan de Dommel, dus kennis gemaakt met twee groepen van vennen. Bij de eerste is eene uitkolking door den wind duidelijk, bij de tweede is eene uitschuring door het stroomende water eene voldoende verklaring. Hier en daar, o.a. bij de boerderij „De Haag” is ook nog iets van een flauw dal te zien. De vennen hebben in hoofdzaak eene richting van Z.W. naar N.O., de heerschende windrichting, maar *ook* die der beken. Bij Boxtel ligt de zaak eenvoudiger dan bij Oisterwijk, waar niet zooveel aanleiding is aan beekuitschuring te denken, alleen ligt hier het moeras van Kievitsblek, met het vennetje van Nemerlaar, juist in het verlengde der voornaamste vennen. Er bestaat dus, na de kennismaking met de vennen van Boxtel, wel aanleiding om de vraag te stellen of niet, bij beide dorpen, de *eerste* uitschuring door beken is teweeggebracht, die grootendeels zijn verdwenen, en of niet daarna, als gevolg eener bodemrijzing, sommige beekkolken, na drooglegging, door den wind *verder* zijn uitgediept. Mogelijk acht ik zulks wel, maar de vraag blijft dan toch bestaan, hoe het komt, dat de winderosie de sporen der beekerosie zooveel meer heeft doen verdwijnen bij Oisterwijk dan bij Boxtel. Zonder de vennen bij het laatste dorp zoude ik niet zoo tot het denkbeeld van deze gewijzigde oplossing zijn gekomen.

VIII.

VERDERE VENNEN.

15e. Het Hildsven, ten Z. van het Allemans-ven, komt mij nog wat raadselachtig voor, ik vertrouw het niet recht. Het bevat veel *Stratiotes aloides*,

op andere plekken riet en biezen, ook eenig open water. In den Z.W.hoek is de overgang van weiland tot water snel, in den N.W.hoek veel langzamer, dus de helling zachter. Het bouwland ten noorden is bijzonder hoog, doch geheel vlak. Ik gevoel er veel voor, het als, door bebouwing vervlakt, stuifzand te beschouwen, eerder dan als een stukje hoogterras, waarvan ik mij de afscheiding niet goed verklaren kan. Te meer omdat zulk hoog liggend bouwland, aan de N.W.zijde van het Leisenven, duidelijk vervlakt stuifzand is;

16e. Van Hilvarenbeek uit voert een straatweg, de „Beeker Dijk” oostwaarts naar Diessen en Beers. Aan den rechteroever van het dal van het „Spruitenstroompje” loopt een zandweg, de „Rentmeester-Dijk” N.N.O.-waarts en aan dezen vond ik eene laagte, een droog ven, met een amphitheater aan het O.N.O. einde.

17e. Bankven, Langven en Rondven op de Breeheesche Heide vormen eene groep, iets meer noordelijk Hanenvén, Biesbosch, Horstven en Witven eene tweede. Reeds vroeger (bladz. 226) noemde ik deze vennen op als misschien door watererosie gevormd. Toch ziet men om het O.N.O.-einde van elke groep een krans van heuvels stuifzand, dat mogelijk aan de vennen ontleend is, toen zij geheel droog lagen. Ook hier kan dus eene winderosie op eene watererosie gevolgd zijn.

18e. Dichter bij Goirle is een tweede Bankven met open water. Aan den N.O.hoek is eenig stuifzand, doch in onbeduidende hoeveelheid ten opzichte van het ven.

In de beide laatste gevallen acht ik de winderosie ontoereikend om het ontstaan der laagten geheel te verklaren.

- IX.

Na het verschijnen mijner verhandeling over de Oisterwijksche vennen heeft de zesde vacatiecursus voor geografen, op 27—29 April 1916 plaats gehad. De heeren N. L. WILTINK en J. BRUMMELKAMP gaven daarvan een verslag, 1e. in het „Tijdschrift voor Geschiedenis, Land- en Volkenkunde”; 2e. in het „Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap”, aflevering n^o. 4, 15 Juli. Het laatste is voor Oisterwijks omgeving iets uitvoeriger, zoodat ik mij daartoe kan bepalen.

1e. Meenen de schrijvers, dat het relief van den bodem kunstmatig nog wat vergroot is, „door ’t opwerpen van hoogten, b.v. ten westen van het Van Esschenven, terwijl de eilandjes in dit ven ook wel niet heelemaal zonder hulp van menschenhanden zullen ontstaan zijn”.

Daar ik niet recht weet, wat bedoeld is met de hoogten, die kunstmatig opgeworpen zijn, valt het mij moeielijk iets daarover te zeggen. Ik denk echter niet, dat deze kunstmatige hoogten van eenige beteekenis zijn.

Wat de eilandjes in verschillende vennen betreft, is het mij aangenaam er iets aan te kunnen toevoegen. Bij mijne bezoeken in 1916 trok het mijne aandacht, dat zij meestal zeer laag zijn, slechts een paar decimeters boven de oppervlakte van het water uitsteken, maar dikwijls meer toonen dan zij zijn door wild opgeschoten gras, enz. Ik kreeg den indruk, dat er ook onder kunnen zijn van veen, overgebleven na het uitgraven of uitbaggeren, maar, door gebrek aan roeibootjes, kon ik zulks niet nader onderzoeken.

2e. In het T. v. G. L. e. V. betwijfelen de schrijvers of mijne verklaring van het groote verschil van het verlandingsproces wel de juiste is. Ook op de excursie van het G. M. G. bestreed Prof. GRUTTERINK die verklaring. Ik meende, dat het eene ven schoongemaakt werd, het andere niet; de eene eigenaar toch heeft veel zorg voor zijne bezittingen, de andere is slordig en onverschillig.

Ik trof het nu toevallig, dat in September 1916 de vijver van den Hondenberg werd schoongemaakt, die het trouwens hard noodig had. Ook vertelde mij de eigenaar, dat met het Rietven hetzelfde gebeurde, een belangrijk en kostbaar werk. Natuurlijk kunnen er nog andere oorzaken zijn, die het zoo verschillende uiterlijk teweeg brengen.

3e. In het T. K. N. A. G. wordt op bladz. 592 toegegeven, dat de „wind bij de vorming der hoogteruggen eene voorname rol gespeeld heeft. Dit bewijst o.a. een klein ven, noordwestelijk van het Belversven, dat wij met zijne hooge wallen waarschijnlijk als eene uitwaaiingskom mogen beschouwen”.

Hiermede is klaarblijkelijk mijn n^o. 7 op bladz. 126 bedoeld en zijn wij het dus hier met elkander volkomen eens.

Op dezelfde bladzijde wordt er op gewezen, dat Diaconie- en Brandven tot Staalberg- en Wolfspuutven eene reeks vormen. Ik heb er alweder niets tegen en verwijs naar bladz. 228 van dit opstel. Het gekke van het geval is, dat de stroomrichting der beken en de heerschende windrichting vrij wel samenvallen. Dit maakt de zaak niet eenvoudiger. Doch er wordt niets van gezegd, dat alle deze vennen aan hun N.O. einde door eenen heuvelkrans omgeven zijn.

X.

AANHANGSEL, „ROOD ZAND”.

In 1913 verscheen in deze verhandelingen, Deel I, eene bijdrage van Prof. Dr. H. G. JONKER, getiteld: „De Beteekenis van de kleur der Keileem in Nederland”, en tevens eene van mijne hand, getiteld „Roode Keileem

en rood Zand in Nederland", waarin ik, op blz. 270, ook eene vondst van Rood Zand in Noord-Brabant bij Tilburg vermeldde. Ik kan daaraan thans een twaalfstal nieuwe vondsten toevoegen bij Oisterwijk en Boxtel, alle in 1916 gedaan. Bij het eene krijgt men beter dan bij het andere den indruk, dat er geene sprake kan zijn van eene bijzondere geologische afzetting, maar slechts van eene zeer plaatselijke kleuring van een deel der zandmassa, waarvan de oorzaak nog niet recht opgehelderd is.

1e. Ten zuiden van Groot-Speyk en ten O. van het Diaconieven, aan den breeden zandweg, ten W. van het Kolkven. Zeer dun, oranje-rood, soms humus er onder.

2e. Ter weerszijden der Heisteeg aan de westzijde van en dicht bij den Baardijk.

3e. Tusschen het kruispunt dezer beide wegen en het Choorven, zeer dicht aan de oppervlakte, de kleur wordt naar den omtrek lichter, meestal geleidelijk, soms plotseling, alsof er eene kleine breuk is.

4e. Dicht bij dit punt aan een voetpad naar het Witven.

5e. Aan de oostzijde der Heisteeg, tusschen bovenvermeld kruispunt en de knik van N.N.O. naar N.O., eenige centimeters dik. Misschien behooren de vier laatste vindplaatsen bij elkander.

6e. Aan den Z.W.waarts gerichten weg langs de N.W.zijde van het Wolfspuutven, dicht bij zijn westeinde.

7e. In jong dennenbosch, dicht bij en ten N.O. der boerderij aan het noordeinde van het Wolfspuutven. Aan de noordoostzijde van den weg naar de schuur, genaamd Kievitsoord.

8e. Aan de N.W. zijde van den weg van deze schuur naar de uitspanning Gemullehoeken, even ten N.O. van de boerderij. In stuifzand.

9e. Dichter bij de uitspanning, aan de Z.O.zijde van den weg.

Steeds is de massa van het roode zand gering, soms ligt er humus tusschen. Soms is het dun, soms dik genoeg om er met eene ijzeren lepel een kuultje in te graven, de beste wijze om een zuiver monster te verkrijgen.

Tusschen Boxtel en St. Michielsgestel vond ik het op de volgende punten.

a) Blad Oisterwijk, 1 : 25000.

10e. In den N.O. hoek loopt een flinke zandweg, ten westen van Zandven, Laagven en Heerenven. Dicht bij zijne oostwaartsche ombuiging is een smallere evenwijdige weg, waaraan eene boerderij. Ten Z.W. van en dicht bij deze, vlak aan de N.W.zijde van den weg, vond ik, in eene greppel, mooi rood zand. Ook in de nabijheid komt het in bouwland herhaaldelijk en steeds zeer grillig te voorschijn.

b). Blad Boxtel.

11e. Bovengenoemde zandweg komt, na de ombuiging, uit op eene

breedere, N.O. gerichte baan, langs de O.zijde van het Heerenven. Een weg gaat van deze N.W., dwars door een flauw dal en aan dezen vond ik eenig rood zand.

12e. Genoemde baan kruist den straatweg Boxtel—'s Bosch en komt in stuifzand. Kort voor de ombuiging van N.O. naar N.N.O. vond ik verscheidene plekjes rood zand, steeds in geringe hoeveelheid. De kleur wisselde af van rood naar grijs en zwart.

Omtrent de oorzaak der roode verkleuring van zand of keileem heeft Dr. D. J. HISSINK te Wageningen, thans te Groningen, eenige onderzoekingen gedaan, waarvan de uitkomsten te vinden zijn in:

1e. „Roode Zandgronden”. Cultura. December 1913.

2e. „Vijfde geologische Excursie van 27—29 Augustus 1915 naar de Veluwe. Rijkslandbouwproefstation te Wageningen”. De typisch bloedroode kleurstof is een „ijzerhydroxyde-aluminiumhydroxyde-kieselzuurgel”. Dit geldt alleen voor de fraai bloedroode kleurstof, Dr. HISSINK beschouwt de meer bruin- of oranjeachtige als iets anders. Ik zoude het verschil meer in eene verontreiniging met andere stoffen zoeken, daar de meer en de minder typische verkleuringen geheel op dezelfde wijze voorkomen. Ook is de massa van het roode zand op de Veluwe, enz. veel belangrijker dan in Noord-Brabant, wat intusschen nog niet op een wezenlijk verschil wijst. De zaak is slechts door bepaalde onderzoekingen uit te maken.

December 1916.

DE BETEKENIS DER ORDE DER ZUID-SUMATRASCHE ANTICLINALEN

DOOR

P. HÖVIG.

(met 2 tekstfiguren.)

Men hoort, waar het Zuid Sumatra betreft, dikwijls de meening verkondigen dat de anticlinale van de tweede orde de meeste kansen zouden bieden voor het aanboren van belangrijke olieafzettingen.

In zijne algemeenheid moge deze regel op het eerste gezicht juist lijken. Waar, zooals DR. TOBLER¹⁾ reeds mededeelt, de voornaamste oliehorizonten in Zuid Palembang (Ma. Enim) in de midden-Palembangformatie, in Noord Palembang in de onder-Palembangformatie voorkomen, heeft men, vooral bij weinig afgesleten anticlinale van deze orde, in elk geval de zekerheid dat geen enkele der eventueele oliereservoirs door erosie kan verdwenen zijn.

Het is echter juist het feit dat er geen rekening mede gehouden is dat in verschillende deelen van Palembang de *voornaamste* oliehorizonten in geheel verschillende formaties optreden die deze regel voor praktische toepassing als te onvolledig moest doen achten, omdat er niet uit af te leiden is een, zij het ook approximatieve, waardeverhouding van anticlinale van verschillende orde in verband met hun geografische ligging. Blijkbaar hangt het toch hier van af of van de mate van erosie meer of minder ernstige gevolgen te duchten zijn.

Het lag dus voor de hand in de eerste plaats te trachten een verklaring te geven voor het optreden der voornaamste oliehorizonten in verschillende formaties.

Voor wie met de geologische verhoudingen in Zuid-Sumatra minder vertrouwd, is moge een kort overzicht daarvan voorafgaan.²⁾

¹⁾ DR. A. TOBLER, Topografische und geologische Beschreibung der Petroleumgebiete bei Moeara Enim, tijdschrift v. h. K. N. A. Gen. 1906 pag. 199.

²⁾ Een litteratuuropgave over de geologie van Zuid-Sumatra vindt men in het bovenaangehaalde werkje van DR. TOBLER. Hieraan moge nog toegevoegd worden: DR. A. TOBLER, Korte beschrijving der petroleumterreinen gelegen in het Z. O. deel der Residentie Djambi J. M. 1911 Verh.

DR. A. TOBLER, Geologie van het Goemaigebergte J. M. 1912 Verh.

DR. H. HIRSCH, Kontaktmetamorphe Tertiärkohlen in Süd-Sumatra. Tijdschr. K. N. A. G. 2^e serie, deel XXXIII 1916.

De tertiaire formatie van dit gebied wordt, voor zoover het plioceen en mioceen betreft, door DR. TOBLER onderverdeeld in boven-, midden- en onder-Palembangformatie en de Goemai-Telisa lagen, die respectievelijk ongeveer overeen zouden komen met het boven- en onderplioceen en het boven- en ondermioceen. In het volgende zullen de laatstgenoemde uitdrukkingen worden gebruikt om verwarring met het woord Palembang in aardrijkskundigen zin te voorkomen.

Het *boven plioceen* bestaat in Djambi en Palembang uit vulkanische tuffen waarin enkele, op zichzelf staande, onbeduidende koollaagjes en hier en daar verkiezelde boomstammen aanwezig zijn. De, overigens vrij zelden voorkomende petrefacten zijn zoetwater schelpen en bladeren van binnenlandplanten. De geheele formatie heeft het karakter van een typische terrestrische vorming.

Het *onder plioceen* bestaat in Zuid Palembang (Ma. Enim) uit zuivere en zandige kleisteenen en schieferzandsteen met bruinkoollagen van belangrijke dikte, die te zamen een gesteentepakket vormen van ongeveer 650 Meter dik. Naarmate men zich verder van Moeara Enim verwijderd, wordt echter deze formatie dunner. DR. TOBLER zegt hierover:

„In welcher Richtung man sich von der Gegend von Moeara Enim, entfernt, überall constatirt man eine Abnahme der Mächtigkeit sowohl „des gesammten Flötz-complexes als auch der einzelnen Flötz-gruppen „und Flötze. Ich kenne aus eigener Anschauung die mittleren Palembang- „schichten aus Ost-Palembang und aus Nord-Palembang, sowie aus dem „südlichsten Djambi. In allen diesen letztgenannten Gebieten sind es nur „noch einige wenige leichte Flötze, die, von einander geschieden durch „tufforde, seifig anfühlende Thone die mittleren Palembang-schichten „repräsentieren. Ich hatte auch Gelegenheit, die mittleren Palembang- „schichten in Central-Palembang, in der Gegend nördlich von Babat am „Moesi zu untersuchen. Dort sind die Flötze schon wieder schwerer, die „Gesamtmächtigkeit des flötzführenden Complexes grösser als in Nord- „und Ost-Palembang. Entsprechend der intermediären Lage zeigt das Gebiet „von Central-Palembang eine Ausbildung der mittleren Palembang-schichten, „die die Mitte hält zwischen den extremen Verhältnissen des Moeara „Enimgebietes einerseits und Nord- und Ost-Palembang andererseits“.

In Zuid-Djambi is de grens van deze formatie met het bovenliggende bovenplioceen niet scherp waar te nemen en dus de dikte ervan niet nauwkeurig aan te geven. Ze schijnt echter tusschen 125 meter en 600 meter te arriveeren en is dus over het algemeen belangrijk minder dan te Moeara Enim; de bruinkoollagen zijn hier slechts weinig in aantal en hoogstens 3 meter dik, wat dus geheel overeenkomt met bovenstaande aanhaling van DR. TOBLER.

Er moet echter de aandacht op gevestigd worden dat volgens DR. HIRSCHI

de onderplioceene formatie ten Zuiden van Moeara Enim, in het gebied van de Bt. Assam niet onbelangrijk dikker is dan daar.

De, slechts in weinige exemplaren in deze formatie gevonden dierlijke petrefacten zijn van marienen oorsprong; de bruinkoollagen zijn vermoedelijk ontstaan uit mangrove- en moerasbosschen die op de plaats zelf vernietigd en begraven werden.

Het *boven-mioceen* bestaat uit kleien, kleileien, zanderige kleileien en fijnkorrelige zandsteen van zuiver marien karakter, waarbij nog tufachtige sedimenten komen en in Djambi, plaatselijk, koraalvoerende en glauconietische kalksteen. In de bovenste niveau's komen eenige verspreide kolenlaagjes voor van onbeduidende dikte; in Djambi is, zooals hiervoor reeds werd gezegd de begrenzing met het onderplioceen niet scherp.

Het *onder-mioceen* is voor deze beschouwingen slechts in zooverre van belang dat het den bodem gevormd heeft waarop de hierboven beschreven formaties zich hebben afgezet en behoeft daarom geen nadere bespreking.

Op het eind van het plioceene tijdperk werden de tertiaire lagen geplooid waardoor een groot aantal anticlinalen ontstaan zijn, waarin de, plaatselijk in de gesteentelagen aanwezige aardolie zich kon concentreeren. Deze anticlinalen, dit zij terloops opgemerkt, hebben in het algemeen een N.W.—Z.O. strekking en zijn geconstateerd van de grens van de Lampongsche districten tot aan het Limaugebergte op de grens van Djambi met Indragiri en verder naar het Noordwesten (zie fig. 1).

Ten einde eenigszins de graad van erosie aan te duiden waaraan de anticlinalen zijn blootgesteld geweest heeft DR. TOBLER ze onderscheiden in zulke van de 1^e, 2^e, 3^e, 4^e en 5^e orde, al naarmate in het rugveld boven- of onderplioceen, boven- of ondermioceen, of gesteenten van oudere formatie optreden.

Het geheele jongere tertiaire gebied van Zuid-Sumatra wordt in het Z.W. begrensd door de oudere gesteenten van het Sumatraansche bergland, in het N.W. door de eilandsgewijs er boven uitstekende, eveneens uit oudere gesteenten bestaande Doeablas-, Limau- en Tigapoeloegebergten, terwijl naar het N.O. en Z.O. de tertiaire lagen wegduiken onder het pleistoceen, diluvium en de alluviale afzettingen van de Djambische en Palembang-sche Oostkust, resp. van de Lampongsche districten.

In verband met wat volgt dient bij deze geologische beschrijving nog opgemerkt te worden dat, niet ver zuidelijk van de hoofdplaats Palembang, op geringe diepte onder de oppervlakte de aanwezigheid van graniet werd geconstateerd en dat in de moerasvlakten oostelijk van de hoofdplaats Djambi eveneens eenige aanwijzingen werden verkregen die de aanwezigheid van dit gesteente in den ondergrond kunnen doen vermoeden.

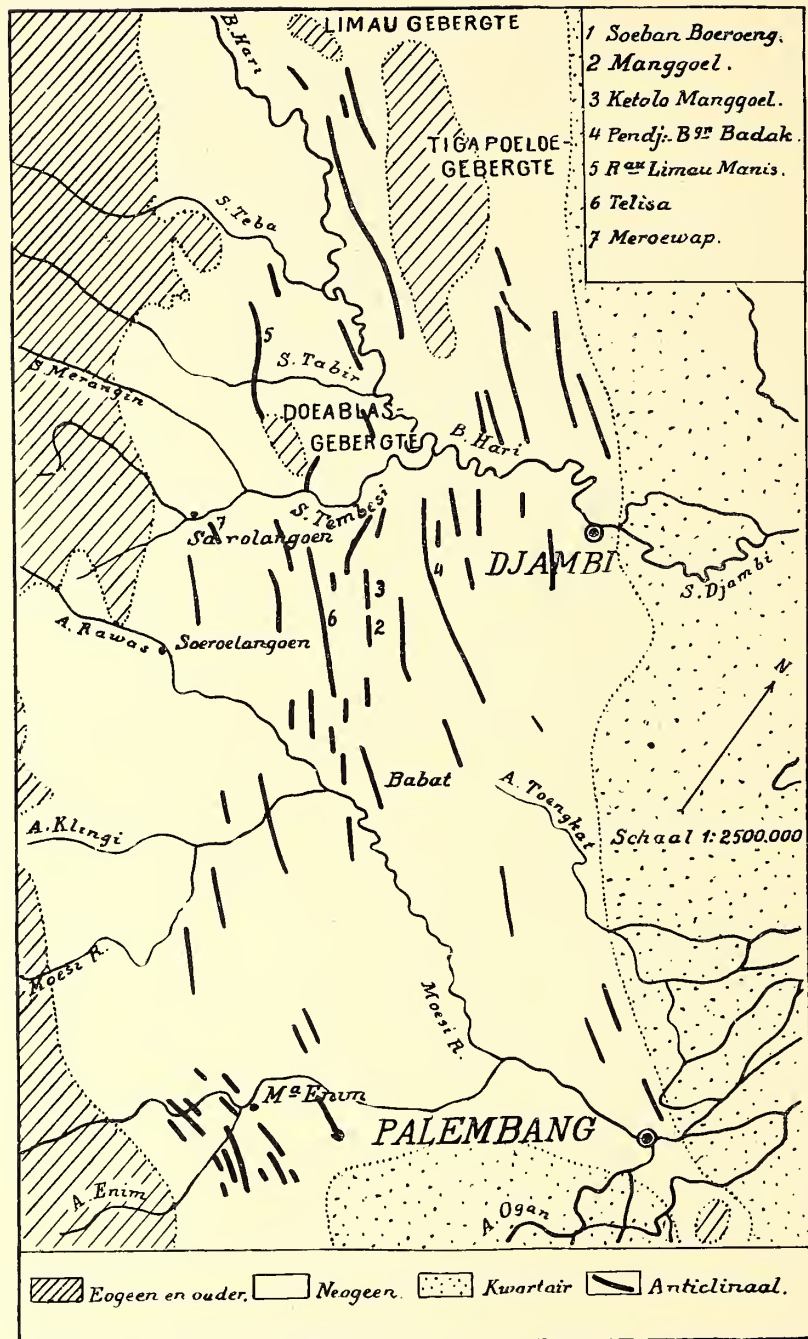


FIG. 1.

Volgens Dr. TOBLER zouden de tertiaire lagen een geosynclinaal opvullen tusschen de beide geoanticlinale Maleische bergreeksen: het Barisangebergte aan den eenen kant en de Malakka-Banka reeks aan den anderen kant.

Of inderdaad deze bergreeksen geoanticlinalen zijn, dan wel ontstaan zijn door overschuiving, zooals een nieuwere zienswijze wil, moge in het midden worden gelaten. Voor het hieronder volgende betoog in algemeenen zin doet het niets ter zake; het zou alleen van belang kunnen zijn voor de toepassing van de conclusies waartoe dit zal leiden, op het terrein. Daar echter voor een gedetailleerde toepassing de noodige gegevens toch niet beschikbaar zijn, is, zooals blijken zal, deze kwestie ook in dit opzicht voorloopig van ondergeschikt belang. Het moge dus voorloopig een synclinaal blijven.

Het wil dan echter schijnen dat door Dr. TOBLER de grenzen van deze Djambi-Palembang synclinaal wat al te ruim getrokken zijn of althans dat het bekken tweedeelig was en dat een punt van de N.W.-Z. O. verloopende grens van beide gedeelten o. a. gemarkeerd wordt door de granietpartij ten Z. van de hoofdplaats Palembang.

Men zou dus in N. O. richting twee bekkens naast elkaar gehad hebben. Uit het dicht bij elkaar voorkomen van de uit oudere gesteenten bestaande gebergten van Djambi moet men opmaken dat in N.W. richting zich eenzelfde verschijnsel voordeed en aan den N.W. kant van het Limau-gebergte ook een min of meer zelfstandig bekken bestaan heeft waarin zich het tertiair van Indragiri en van Oost-Midden-Sumatra heeft afgezet.

Beschouwt men nu het eigenlijke Palembang-Djambi-bekken nader, dan wijst alles er op, o. a. het wegduiken der tertiaire lagen naar het Oosten en het Zuiden, de hoogte der Djambigebergten, de toenemende breedte (grootte afstand van de graniet van Palembang tot den Barisan) enz., dat de as van deze synclinaal naar het Z. O. wegduikt, m. a. w. dat de voormalige zeeboezem van het N. W. naar het Z. O. geleidelijk dieper werd. In fig. 2 is dit in lengtedoorsnede figuratief voorgesteld.

Stelt men zich nu een bepaald tijdstip voor b. v. aan den aanvang van het boven-mioceene tijdperk (mariene formatie) dan had men toen een zeeboezem met een geleidelijk naar het Z. O. hellenden, uit onder-mioceene (Telisa-Goemai) lagen bestaanden bodem. De aardkorst verkeerde gedurende het tertiair in dalende beweging. Volgens TOBLER moet deze daling ± 5000 meter bedragen hebben. Deze daling was echter niet zoo snel als de aangroeiing (bodemverheffing) door sedimentatie, anders hadden zich in den mioceenen en plioceenen tijd niet achtereenvolgens mariene, estuarische en terrestrische vormen boven elkaar kunnen afzetten.

Reeds op het eind van het boven-mioceen had de zee reeds, althans tijdelijk voor een moerasbodem plaats gemaakt, wat blijkt uit de „vereinzelde Kohlenschmitze” die in het bovenste gedeelte van deze formatie optreden.

Naast deze algemeene daling was de bodem bovendien nog aan secundaire, alternatieve rijzingen en dalingen onderhevig; dit blijkt uit de afwisseling van kolen- en gesteentelagen (mangrove moeras en zee) in het onder-plioceen en van olievoerende en olievrjige lagen in deze formatie (moeras en ondiepe zee) en in het boven-mioceen (ondiepe en diepere zee).

Het zijn nu juist deze secudaire bodembewegingen die voor de vorming der olieafzettingen van belang zijn.

Men kan zich voorstellen dat op een gegeven tijdstip in den aanvang van het boven-mioceene tijdvak een gedeelte van den zeebodem bij den hoogsten uitslag van de rijzing zoo hoog kwam te liggen dat er slechts weinig water boven stond en daardoor in de gunstigste omstandigheid

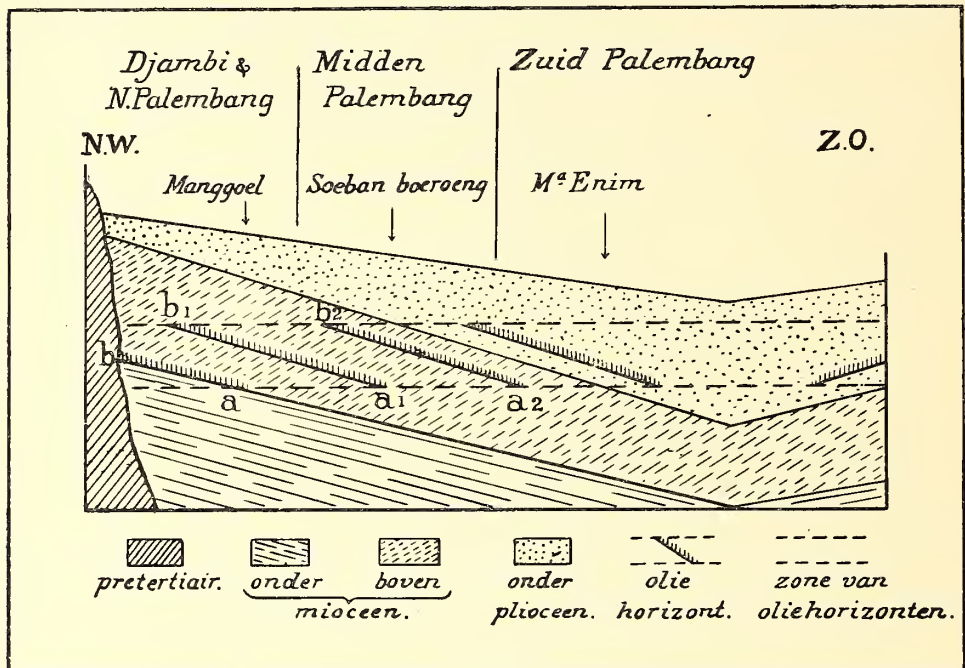


FIG 2.

kwam voor de afzetting der dierlijke resten waaruit later de olie zou ontstaan en voor afzetting van sedimenten. Dit bodemgedeelte, dat bij gebrek aan een beter woord als driftzone moge worden aangeduid, moet, in verband met de helling van den bodem langs den noordwestelijken rand van den zeeboezem gelegen hebben dus in Djambi en strekte zich in zee uit tot een punt dat in fig. 2 met *a* is aangegeven. Gedurende de nu volgende slingering (daling en daarna wederom rijzing) ging de sedimentatie — thans van olievrjig gesteentemateriaal — voort zoodat, bij de volgende hoogste uitslag, zich reeds een gesteentelaag van zekere dikte gevormd had.

Dit had echter noodzakelijk tengevolge dat het punt *a* van de driftzône zich verplaatste naar *a*₁. Bij elke volgende slinging zal zich dit herhaald hebben, zoodat men gedurende het geheele boven-mioceene tijdperk een min of meer regelmatige verschuiving van de driftzône (*a* — *b*, *a*₁ — *b*₁, enz.) — d.w.z. van de oliehorizonten — die daarbij tevens telkens op een, in geologischen zin, hooger niveau kwamen te liggen — van het N. W. naar het Z. O.

Op het einde van het boven-mioceen verkeerde de zeebodem bij den hoogsten uitslag reeds gedurende korten tijd in den toestand van moeras en naarmate men meer in het onderplioceene tijdvak kwam nam de duur van deze moerasperiode toe. De toestand van driftzône, die aanvankelijk bij den hoogsten uitslag optrad, volgde nu eerst nadat daling had plaats gehad. Al had in zooverre dus langzamerhand een ommekeer plaats gegrepen, de resultaten, wat de verschuiving der driftzône betreft, bleven gelijk, omdat nu gedurende den laagsten stand de belangrijkste aangroeiing der sedimenten plaats had.

De verplaatsing der oliehorizonten naar hogere niveau's naarmate men meer naar het Z. O. komt, zal dus ook in het onder-plioceen hebben plaats gehad.

Dit heeft natuurlijk een grens n.l. zal, wanneer ergens de daling der as van het bekken in een stijging overgaat, wat bij een synclinaal het geval zal kunnen zijn, van af dat punt zich het omgekeerde voordoen, n.l. zullen dan weer naar het Z. O. toe de oliehorizonten steeds in geologisch lagere niveau's gezocht moeten worden. Gezien de overdekking van de Lampongsche disiricten door jongere formaties, zal men hiermede echter in Zuid-Sumatra voorloopig geen rekening behoeven te houden. Misschien zou het van belang kunnen zijn voor het olievoorkomen op Java, in het Bantamsche.

Ook zal men ten N. W. van het Limaagebergte, in Indragiri en Oost-Midden-Sumatra waarschijnlijk, een stijging der oliehorizonten naar het N. W. toe mogen verwachten.

In de bovenstaande uiteenzetting ligt tevens de verklaring van de afneming in dikte der boven-mioceene formatie naar het Z.O. toe. In het N.W. toch verkeerde de zeebodem aanvankelijk afwisselend in het stadium van driftzone — de meest gunstige omstandigheid voor de vorming van dikke sedimentlagen (o.a. delta's) en diepere zee, waarin de sedimentatie langzamer gaat en daarna in die van driftzone en, gedurende kortere perioden, van moeras (weinig sedimentatie); in het Z.O. gedeelte echter deden de perioden van driftzone zich eerst op het einde van dit tijdvak voor en had men daar vóór dien, gedurende het grootste gedeelte van dit tijdvak, diepere zee. Men zal nu kunnen opmerken dat de „vereinzelde Kohlen'schmitze" dan toch van Z.O. naar N.W. in belangrikheid zouden

moeten toenemen. Positief geconstateerd is dit niet; maar waar in Djambi, bij gebrek aan een duidelijke afscheiding tusschen het boven-mioceen en onder-plioceen en het ontbreken van andere kenmerken, als criterium voor de laatste formatie juist de bruinkolen aangenomen zijn, is het niet onmogelijk dat bij een meer gedetailleerd onderzoek zou kunnen blijken dat de onderste bruinkoollagen eigenlijk tot het boven-mioceen behooren.

Bij de onder-plioceene lagen doet zich het omgekeerde verschijnsel voor en neemt de dikte der geheele afzetting en ook der kolenlagen naar het N.W. af omdat in dit gedeelte op kortere perioden van moeras (weinig sedimentatie) en eventueel nog ondiepere zee, langere tijdperken van vast land volgden waarbij geen sedimentatie plaats had — behalve misschien afzetting van vulkanische tuffen, waardoor de plaatselijke verschillen in dikte in Djambi (van 125—600 meter volgens Dr. TOBLER) zouden zijn te verklaren — terwijl in het Z.O. de moeras- en driftzone perioden langer duurden.

Hetzelfde wat zich in N.W.—Z.O. richting heeft voorgedaan, heeft natuurlijk ook plaats gehad in de richting loodrecht daarop nl. van Z.W. naar N.O.

Dr. TOBLER vermeldt dan ook een afnemen der dikte van de onder-plioceene lagen van Ma Enim naar het Oosten toe. Dat Ma Enim echter zoo dicht bij den westelijken rand van het bekken ligt schijnt met het bovenstaande eenigszins in strijd te zijn, maar laat zich geredelijk verklaren door aan te nemen dat de vorm van de dwarsdoorsnede van het bekken niet symetrisch was, maar dat aan den westkant de bodem vrij snel daalde om naar het oosten toe weer geleidelijk te stijgen, een veronderstelling waartoe de belangrijk grootere hoogte waarop de oudere gesteenten van het westelijke bergland liggen dan de graniet bij Palembang, wel aanleiding geeft.

De in den aanvang aangehaalde algemeene regel dat de anticlinalen van de tweede orde altijd den voorrang verdienen zal dus niet langer gehandhaafd kunnen worden. In de plaats daarvan zal men moeten stellen de regel dat naarmate men in het Zuid-Sumatrasche petroleumgebied, noordwestelijker komt, achtereenvolgens de weinig afgesleten anticlinalen der 2e orde, de sterker afgesletenen der zelfde orde, de weinig afgesletenen en vervolgens de sterk afgesletenen der 3e orde de voorkeur zullen verdienen, omdat men, om de olie te bereiken minder diep zal behoeven te boren, terwijl de zekerheid dat geen oliehorizonten door de erosie verdwenen zijn gelijk is. En waarschijnlijk zal men hierop nog moeten laten volgen die der 4e orde; want al is bij dit betoog uitgegaan van het begin van het mioceene tijdvak zoo was dit in zeker opzicht willekeurig. In het voorkomen van methaan emanaties en zelfs „seepings” op anticlinalen der 4e orde in het N.W. gedeelte (Djambi) ligt eene aanwijzing dat het juist geweest ware, als uitgangspunt een tijdstip van de Telisa-Goemai-

periode (onder-mioceen) te kiezen. Alleen op grond van het ontbreken van meer positieve gegevens omtrent het voorkomen van productieve olieafzettingen in deze formatie is dit niet geschied.

Het spreekt vanzelf dat men ook bij toepassing van dezen nieuwen regel de noodige reserve in acht zal moeten nemen.

Wanneer men beschikken kon over kaarten met diepte lijnen van de opeenvolgende mioceene en plioceene zeeboezems zou men op de kaart van Zuid-Sumatra tranches kunnen teekenen, die vrij nauwkeurig de diepte der oliehorizonten voor verschillende plaatsen aangeven. Is deze zeeboezem een synclinaal geweest dan zouden deze olietranches door naar het N. W. toe gebogen lijnen moeten worden voorgesteld; in geval van overschuiving zouden het in het algemeen rechte lijnen worden die min of meer N. N. O.-Z. Z. W. gericht, de as van Sumatra onder een zekeren hoek snijden zouden.

Een blik op een willekeurige zeekaart doet reeds zien hoe onregelmatig — afgezien van een algemeene tendenz — het verloop van dieptelijnen in details zijn kan. Daarom doet de vraag of men al of niet met een synclinaal te doen heeft weinig ter zake. Men zal zich voorloopig tevreden moeten stellen met een verdeling van het petroleumgebied in eenige min of meer vaag begrensde afdeelingen, b. v. Zuid-, Midden- en Noord-Palembang, Zuid- en Noord Djambi en dan nog op schijnbare uitzonderingen van den algemeenen regel, zooals in zeker opzicht Moeara Enin is, verdacht moeten zijn.

Ten slotte moge nog worden nagegaan in hoeverre de gegeven regel overeenkomt met de resultaten der praktijk, althans voor zoover deze beschikbaar zijn.

In het Z. O. gedeelte van het Zuid-Sumatraansche oliegebied, te Ma. Enim — een verklaring van de schijnbare uitzondering werd hiervoor reeds gegeven — komen, volgens DR. TOBLER, de voornaamste oliehorizonten reeds voor op ± 180 Meter boven de grens met het boven-mioceen.

De meer noordelijk gelegen anticlinaal van Soeban Boeroeng is van de tweede orde. De onder-plioceene formatie komt hier aan den dag min of meer in den vorm eener elips van ± 10 K.M. lengte en 3 K.M. breedte, wat er op wijst dat zij zeer sterk afgesloten is. De olie werd aangeboord op een diepte van ± 90 M. zoodat men uit een en ander mag afleiden dat deze horizont ligt in het onderste gedeelte van het onder-plioceen of het bovenste gedeelte van het boven-mioceen. Gas- of olieindicaties op eenigen afstand zijdelings van de as, komen, voor zoover bekend, niet voor, zoodat waarschijnlijk ook geen, thans verdwenen hoogere horizonten aanwezig geweest zijn.

Op de wederom meer noordwestelijk gelegen anticlinaal van Manggoel — die van de derde orde is — werd op 70 meter een spuitte aangeboord. Deze anticlinaal is het verlengde van de — eveneens van de derde orde zijnde — Ketalo-Manggoel-anticlinaal uit Zuid Djambi (Djambi II). De afslijting van deze laatste, c. q. de verheffing, neemt van het N.W. naar het Z. O. toe, bedraagt op de Djambigrens ± 800 meter en is daar nog stijgende. Deze verheffing zal nu, in het Palembangsche naar het Z. O. toe wel weer afnemen maar het is toch waarschijnlijk dat ze op de plaats der boring nog zeer belangrijk is, zoodat niet onwaarschijnlijk hier het olieniveau in het onderste gedeelte van de bovenste helft van het boven-mioceen ligt.

Op de Pendjarokan-Boengin-Badak-anticlinaal (3e orde) in Djambi I, ongeveer op dezelfde hoogte gelegen als de voorgaande, werd, behalve, axiale gasemanaties, zijdeling van de as, olie infiltratie in zandsteen geconstateerd. Uit het door DR. TOBLER gegeven profiel kan worden afgeleid dat de oliehorizont, waarvan dit het restant is, tusschen de 800 en 1000 meter beneden den bovenkant van het boven-plioceen moet hebben gelegen.

Op het tot de 3e orde behorende, noordelijke gedeelte der Rantau-Limau manis anticlinaal van Djambi III komen, zijdelings van de as, naar olie riekende kleien voor, die resten zouden kunnen zijn van een oliehorizont die dan volgens de profielen ± 150 M. boven de grens met de Telisafomatie zou liggen, dus in het onderste gedeelte van het boven-mioceen.

Bovendien moge nog terloops worden opgemerkt dat door DR. TOBLER in het Goemaigebirge in de gelijknamige formatie geen methaan- of olie-indicaties zijn aangetroffen, dat ze echter op de anticlinalen der 4e orde in Djambi II en III daarentegen niet zeldzaam zijn.

Dit alles komt dus tamelijk wel met den gegeven regel overeen. Echter moet men — zooals gezegd — met de mogelijkheid van uitzonderingen rekening houden. Een daarvan is waarschijnlijk de Meroewapkoepel in Djambi I. Deze is van de tweede orde, de afslijting is belangrijk, zoodat men moet aannemen dat de sterke methaan-emanatie, die op de as voorkomt, van een reservoir in het bovenste gedeelte der boven-mioceene formatie afkomstig moet zijn, terwijl men toch, wat de ligging betreft, verwachten zou dat de olie niveau's eerst in het onderste gedeelte van het boven-mioceen zouden optreden. Men zou kunnen veronderstellen dat de gassen van lagere niveau's in hoogere geïnfiltreerd zijn, maar het wil toch aannemelijker voorkomen dat de nabijheid van het westelijke bergland aan dit abnormale gedrag debet is. De afwijkingen van den algemeenen regel zal men wel voornamelijk in de nabijheid der oudere bergmassieven, waar altijd min of meer abnormale toestanden mogelijk zijn, moeten verwachten.

GEOGRAPHISCH-GEOLOGISCHE BESCHREIBUNG DES KÜSTENGEBIETES VON KOETEI ZWISCHEN BONTANG UND DEM SANTAN FLUSS (OST BORNEO)

VON

W. HOTZ und L. RUTTEN.

(Mit Tafel VI u VII.)

Die Untersuchungen, deren allgemeine Resultate hier mitgeteilt werden, wurden in den Monaten März bis Juli 1911 in Auftrag der „Nederlandsche Maatschappij tot het verrichten van Mijnbouwkundige Werken“ ausgeführt.

Das untersuchte Gebiet umfasst einen Landstreifen, der in N-S Richtung etwa 30 km lang ist und sich von der Küste ungefähr 25 km ins Innere erstreckt.

GEOGRAPHIE.

Die topographische Aufnahme der bisher fast ganz unbekannten Gegend geschah mit Handboussole und Messband, wodurch ein für geologische Zwecke genügender Grad von Genauigkeit erreicht wurde.

Ein Blick auf die beigegegebene Karte zeigt, dass die Küste in ihrem ganzen Verlauf sumpfig ist. Fast überall wird sie von Mangrovewäldern gebildet; nur an der Mündung des Santan Flusses findet sich ein sandiger, mit Casuarinen bewachsener Strand, hinter dem aber sofort die Nipa-Sümpfe einsetzen.

Der Küste sind, besonders in der Gegend von Bontang, grosse Korallenriffe vorgelagert, deren Form und Ausdehnung auf der Seekarte ziemlich genau angegeben sind. Die höchsten Teile dieser Riffe ragen als ganz flache, mit Korallensand bedeckte Inseln aus dem Meer empor. Diese Inselchen, die bei hoher Flut fast ganz unter den Seespiegel tauchen, sind mit Mangrovewald bewachsen; nur auf der Insel Boras Bassa findet sich eine kleine Cocosanpflanzung.

Die Sümpfe, die den Verlauf der Küste markieren, sind an einigen Stellen recht schmal und enden schon nach wenigen hundert Metern am Fuss von flachen Hügeln; an anderen Stellen dagegen, und zwar besonders im Gebiet des Santan Flusses, dehnen sie sich recht weit ins Innere aus.

Hinter den Sümpfen findet sich hügeliges, bis 80 m hohes Land.

In einer Entfernung von circa 15 km von der Küste trifft man dann noch einmal ausgedehnte, N-S verlaufende Sümpfe, die, einer grossen Verwerfung folgend, nördlich des Santan Flusses als ein schmaler Streifen zwischen hügeliges Terrain im W und O eingekeilt sind, südlich des Santan dagegen mit den Küstensümpfen direkt zusammenhängen. Von dieser Verwerfungszone an seewärts treten bei Hochwasser die Fluten des Santan rechts und links über die Ufer ins Flachland und speisen so weithin die zahlreichen Sümpfe, aus denen die niedrigen Hügelrücken rein inselartig sich herausheben. Infolge dieses Abflusses ist der Santan selbst nach heftigem Tropenregen in seinem unteren Teil nicht reissend und erlaubt noch ein Befahren mit Ruderbooten, was bei anderen Flüssen, die ihre überschüssigen Wassermassen nicht seitwärts abführen können, bei Hochwasser oft nicht der Fall ist.

Weiter im Westen steigt am Rand der Sümpfe sofort ein steiles, bis 300 m hohes, N-S streichendes Hügelland empor, dessen östlichste Ketten einer Antiklinale entsprechen. Die weiter im Innern folgende Synklinale ist topographisch als Depression nur ganz schwach angedeutet; westlich dieser Synklinale aber ist ein neuer Sattel wiederum durch einen hohen und steilen Hügelzug markiert. Im Westflügel dieser letzten Antiklinale endet das untersuchte Gebiet.

Das Hügelland zeigt überall die schroffen Erosionsformen, die tiefen Täler und die schmalen Wasserscheiden, die für das junge Faltengebirge Ost-Koeteis so charakteristisch sind.

Weithin der grösste Teil des untersuchten Gebietes gehört dem Stromgebiet des Sg. Santan an; die nordöstlichen Teile werden von dem Sg. Api-Api bei Bontang und von einigen kleineren Flüssen, die in den Telok Sarang Toekau münden, entwässert, während ganz im Süden die Tagewässer dem Sg. Marang Kajoe zuströmen. Soengei Santan ist der einzige Fluss, der in einiger Entfernung von der Küste noch befahren werden kann: bis an die Grenze des untersuchten Gebietes, wo im Santan ein steiler Wasserfall (Kiham) vorkommt, kann man mit kleinen Prauen hinaufrudern. Zwar bieten zahlreiche, über dem Fluss liegende Baumstämme erhebliche Schwierigkeiten, aber nirgends wird die Schiffbarkeit durch Untiefen beeinträchtigt: der erstaunlich wasserreiche Strom bleibt bis zum Wasserfall hinauf ein zwar schmales, aber tiefes, und im Oberlauf oft reissendes Fahrwasser. Ebbe und Flut machen sich bis zur Häusergruppe von Patinggi tua hinauf fühlbar.

Abgesehen von einem grossen, aber ganz vernachlässigten Cocosgarten nahe der Mündung des Api-Api Flusses und von sehr kleinen Anpflanzungen längs der Küste und am Santan Fluss, wird das ganze untersuchte Gebiet von hohem Urwald bedeckt. Steht man auf den Hügeln, welche die östliche

Antiklinale markieren und sieht nach Osten, so erblickt man bis zum Meer nichts als das dunkelgrüne Blätterdach der Wälder, in dem sich die Sümpfe als hellgrüne Flecken deutlich abheben.

Die Süßwassersümpfe sind teilweise mit einer Baumvegetation bewachsen, die den Verhältnissen ebenso gut angepasst ist wie die Mangrovewälder: spitze, bis 1 m hohe Spargelwurzeln ragen aus dem Wasser empor und hohe Kniewurzeln mit grossen Lenticellen bilden oft verhängnisvolle Schlingen für den doch schon unsichern Fuss. Man findet alle Übergänge von diesen Kniewurzeln nach Bretterwurzeln, die dadurch entstehen, dass die Hohlräume der Kniee mit Wurzelgewebe ausgefüllt werden. Andere Sümpfe sind mit hohen, scharfblättrigen, grasartigen Kräutern (malayisch „Selingsing“) bewachsen, welche dem Fussgänger fast noch mehr Schwierigkeiten bieten als die Spargel- und Kniewurzeln in den Baumsümpfen.

Während im Allgemeinen die Sümpfe nicht sehr tief sind — selten mehr als 1 m — kommen südlich des Santan und östlich der ersten Antiklinale bis über 3 m tiefe Moore vor.

Das ganze Gebiet ist äusserst schwach besiedelt. Kleine Häusergruppen fanden sich in 1911 an drei Stellen am Sg. Santan: die Bewohner sind Koetinesen. Ganz vereinzelte Häuser kommen an küstennahen Hügeln in Telek Sarang Toekau und am Sg. Sekambing vor. Zwei grössere Dörfer dagegen liegen am Sg. Api-Api. Der Kampong Bontang, welcher an der Mündung dieses Flüsschens im Meere gebaut ist, besteht aus mehr als zwanzig Pfahlwohnungen, die zum grössten Teil von Badjau-Fischern, zum kleinen Teil von malayischen, boeginesischen und chinesischen Händlern bewohnt werden. Etwa eine halbe Stunde oberhalb der Mündung des Api-Api liegt der malayisch-koetinesische Kampong Api-Api, der eine äusserst faule Bevölkerung herbergt, die ihre — ehemals schönen — Anpflanzungen von Cocos- und Zuckerpalmen gänzlich vernachlässigt hat.

GEOLOGIE.

Im ganzen untersuchten Gebiet treten nur tertiäre und post-tertiäre Ablagerungen zu Tage.

Von post-tertiären Ablagerungen sind zu erwähnen: Korallensande auf den Inseln und an der Küste; Tone, Blättertone, Sande und Kiese in den Flusstälern und wahrscheinlich Moorbildungen in den tiefen Sümpfen südlich des Santan Flusses; ferner ganz lokale Ablagerungen von Kalktuff.

Das Tertiär gehört dem ausgedehnten tertiären Faltungsgebirge Ost-Koeteis an. Es besteht aus einer sehr mächtigen, nicht durch Diskordanzen unterbrochenen Gesteinsfolge, deren älteste Glieder wahrscheinlich an der Wende von Eogen und Alt-Miozän abgelagert wurden, während die jüngsten Glieder Pliozän sind.

Innerhalb dieser mächtigen Ablagerungen können wir zwei grosse Gruppen unterscheiden.

1) Älteres Tertiär (Alt-Miozän), aus harten Tonen, Schiefer-tonen, Sandsteinen, Mergeln, Kalksteinen und Kohlen aufgebaut.

Die harten Tone und Schiefertone sind grau, braunverwitternd und öfters concretionär; häufig weisen sie vorzügliche kugelige Absonderung auf. Obwohl sie recht hart sind, fallen sie der Erosion doch rascher anheim als die Sandsteine, Kohlen und Kalke. Die Folge ist, dass in kleinen Bächen, wo die härteren Gesteine auf Tonen oder Schiefertonen liegen, durch Unterspülung oft senkrechte, bis 10 m und mehr hohe Wasserfälle entstehen.

Die grauen, braun oder rötlich verwitternden Sandsteine sind entweder grobkörnig und dann meistens undeutlich gebankt, oder feinkörnig und dann häufig gut geschichtet durch Kohlenschmitze oder Blattabdrücke. Sie gehen einerseits in die harten Schiefertone und andererseits — obwohl recht selten — in feinkörnige Conglomerate über.

Die — vielfach koralligenen — Kalksteine sind grau; häufig stecken sie voll *Lepidocyclinen* und *Miogypsinen*. Sie können in Schichten von wenigen Dezimetern Dicke auftreten, kommen aber auch in mächtigen, über 20 m dicken Riffen vor. Im Allgemeinen sind diese Riffe, wo sie zu Tage treten, in riesige Blockansammlungen aufgelöst. Zuweilen kommen auf Hügeln, wo Kalksteine dicht unter der Oberfläche durchstreichen, dolinenartige Trichter vor. Der Kalkstein verwittert meistens sehr scharfkantig. Bächlein, die ein solches Kalkgebiet durchströmen, weisen unterhalb des Kalksteins in ihren Betten häufig beträchtliche Kalktuffablagerungen auf, deren rasches Anwachsen aus dem Vorkommen von fast nicht verkohlten Zweigen und Baumstämmen in der Kalktuffkruste zu ersehen ist. Bemerkenswert ist, dass wiederholt die direkte Auflagerung von Kalkstein auf Kohle beobachtet wurde.

Diese grauen Kalksteine gehen nun stellenweise in schlämbbare Mergel über, die neben Foraminiferen noch Korallen und schlecht erhaltene Mollusken enthalten.

Die altmiozänen Kohlen sind glänzend-schwarz; ihr Strich ist schwarz-braun, ihr Bruch kleinmuscheliger; zuweilen enthalten sie Harz.

In den oberen Teilen dieser Formation werden die Sandsteine und Tone weniger hart, die Kohlen weniger glänzend und ihr Bruch flachmuscheliger.

Von Fossilien wurden aus dem Alt-Miozän nur Foraminiferen bestimmt, und zwar die folgenden Arten: *Miogypsina* cf. *irregularis* Mich. und *M. bifida* Rutten¹⁾, *Alveolinella Bontangensis* Rutten²⁾, *Lepidocyclina Ferreroi*

¹⁾ Samml. Geol. Reichsmus. Leiden. (1). IX. 1912, p. 209, 210.

²⁾ Ibidem. (1). IX. 1913, p. 219.

Provale¹⁾, *L. acuta* Rutten¹⁾, *L. glabra* Rutten¹⁾, *L. angulosa* Provale¹⁾, *L. sumatrensis* Brady var. *umbilicata* Rutten¹⁾, *L. flexuosa* Rutten¹⁾, *Cyclocypeus communis* Martin¹⁾, *Gypsina globulus* Reuss¹⁾, *Rotalia Beccarii*¹⁾, *Heterostegina depressa* d'Orb.¹⁾ *Operculina complanata* d'Orb.¹⁾ und *Amphistegina* sp.¹⁾

Wahrscheinlich kommt die — hier als „Älteres Tertiär“ beschriebene Gruppe überein mit dem jüngeren Teil der Pamaloean Formation, der ganzen Poeloe Balang Formation und dem älteren Teil der Mentawir Formation bei Balik Papan²⁾.

Die Mächtigkeit des älteren Miozän bei Bontang dürfte ungefähr 2000 m. betragen.

2). Jüngeres Tertiär (Jüngeres Miozän und Pliozän). In den jüngeren tertiären Ablagerungen kommen dieselben Gesteinsarten vor wie in dem oben beschriebenen Alt-Miozän; ihr Habitus ist aber entschieden jünger, wenn auch in einer concordanten Gesteinsfolge die Übergänge naturgemäss nicht fehlen.

Paläontologisch ist das jüngere Tertiär bei Bontang durch das Fehlen von *Lepidocyclus*, *Miogypsina*, *Cyclocypeus* und *Alveolinella* gekennzeichnet.

Die Tone sind meistens grau und weich-plastisch; sie enthalten in den unteren Teilen zuweilen dünne Kohlenhäutchen und in den oberen Teilen häufig sehr jung aussehende, verkohlte Blattreste.

Die Kohle ist in den unteren Partien noch schwarz und etwas glänzend, geht aber nach oben allmählich in braune Lignite mit deutlich erkennbarer Holzstruktur über.

Die Korallenkalke sind in den tieferen Teilen den altmiozänen Korallenkalken noch recht ähnlich. In den mittleren Niveaus kommen dann mürbe Korallenkalke und Mergel vor, die, zuweilen massenhaft, prachtvoll erhaltene Korallen und Mollusken enthalten, während endlich im oberen Teil der Gesteinsfolge die Kalke und Mergel ganz fehlen.

Die sandigen Gesteine, welche in den tieferen Partien des jüngeren Tertiärs noch als mürbe Sandsteine entwickelt sind, gehen nach oben in lose, weisse und gelbe Sande über. Daneben treten zuweilen feinkörnige Quarzitgeröllschotter auf, denen Blöcke von verkieseltem Holz eingelagert sind. An der Auflagerungsfläche der Kieselschotter auf wasserundurchlässigen Schichten sind die sonst losen Gerölle zu einem festen Gestein verkittet und stellenweise durch Inkrustierung mit Eisenoxyden und Eisenhydraten aus den hangenden Partien in kompakte Eisensandsteine, resp. eigentliche Rot- und Brauneisenerze übergeführt.

Dieses jüngere Tertiär, das dem Alter nach mit den jüngeren Menta-

¹⁾ Samml. Geol. Reichsmus. Leiden. (1). IX. 1914, p. 287.

²⁾ Tijdschr. Kon. Nederl. Aardr. Genootsch. 1911. (2). XXVIII, p. 589. ff.

wirsichtigen und dem Pliozän bei Balik Papan (l. c.) übereinstimmt, weist auch petrographisch grosse Ähnlichkeit mit diesen Ablagerungen auf. Allerdings kommen daneben nicht unbedeutende fazielle Unterschiede vor: das jüngere Tertiär ist im untersuchten Gebiet reicher an Kalken und Mergeln, aber ärmer an Kohlen als bei Balik Papan.

Die Mächtigkeit des jüngeren Tertiärs in der Gegend von Bontang dürfte etwa 2500 m betragen: auf den beigegebenen Profilen ist es vielleicht etwas zu mächtig dargestellt.

Bezüglich der *Tektonik* können wir hauptsächlich auf die Karte und die Profile hinweisen und im Text recht kurz sein.

Durch den westlichen Teil des Gebietes zieht sich eine tief aufgefaltete, NNO—SSW streichende Antiklinale, die in ihrem ganzen Verlauf durch sehr steile — übrigens noch sekundär gefaltete — Kernschichten gekennzeichnet ist.

Eine zweite, tief aufgefaltete, ebenso NNO—SSW streichende Antiklinale durchzieht den mittleren Teil des Gebietes. Im Norden ist sie einfach gebaut: ein mächtiges Gewölbe mit noch flachen Scheitelschichten steigt in seiner Axe nach Süden allmählich an. Hier im Süden werden die Kernschichten stark zusammengepresst und durch zwei oder mehr Verwerfungen compliziert. Ein Hauptbruch im Scheitel der Antiklinale bringt im Süden pliozäne Schichten in direktem Contact mit altmiozänen Lagen, welche letztere den westlichen, stehen gebliebenen Teil einer kuppelförmigen Erhebung innerhalb der Falte markieren.

Östlich von dieser zweiten Antiklinale bildet das Jung-Tertiär eine einfache, ostwärts und schliesslich unter das Meer tauchende Platte.

P. Agar-Agar

157

Ko. Bentang

- Rintis
- ~~~~~ Süßwassersumpf & Mangrovesumpf
- o Oelfundstelle
- + Gasfundstelle
- Geschlossene Anticlinale
- Synclinale
- -- -- -- -- Verwerfung
- Profillinie

wirsichtigen und dem Pliozän bei Balik Papan (l. c.) übereinstimmt, weist auch petrographisch grosse Ähnlichkeit mit diesen Ablagerungen auf. Allerdings kommen daneben nicht unbedeutende fazielle Unterschiede vor: das jüngere Tertiär ist im untersuchten Gebiet reicher an Kalken und Mergeln, aber ärmer an Kohlen als bei Balik Papan.

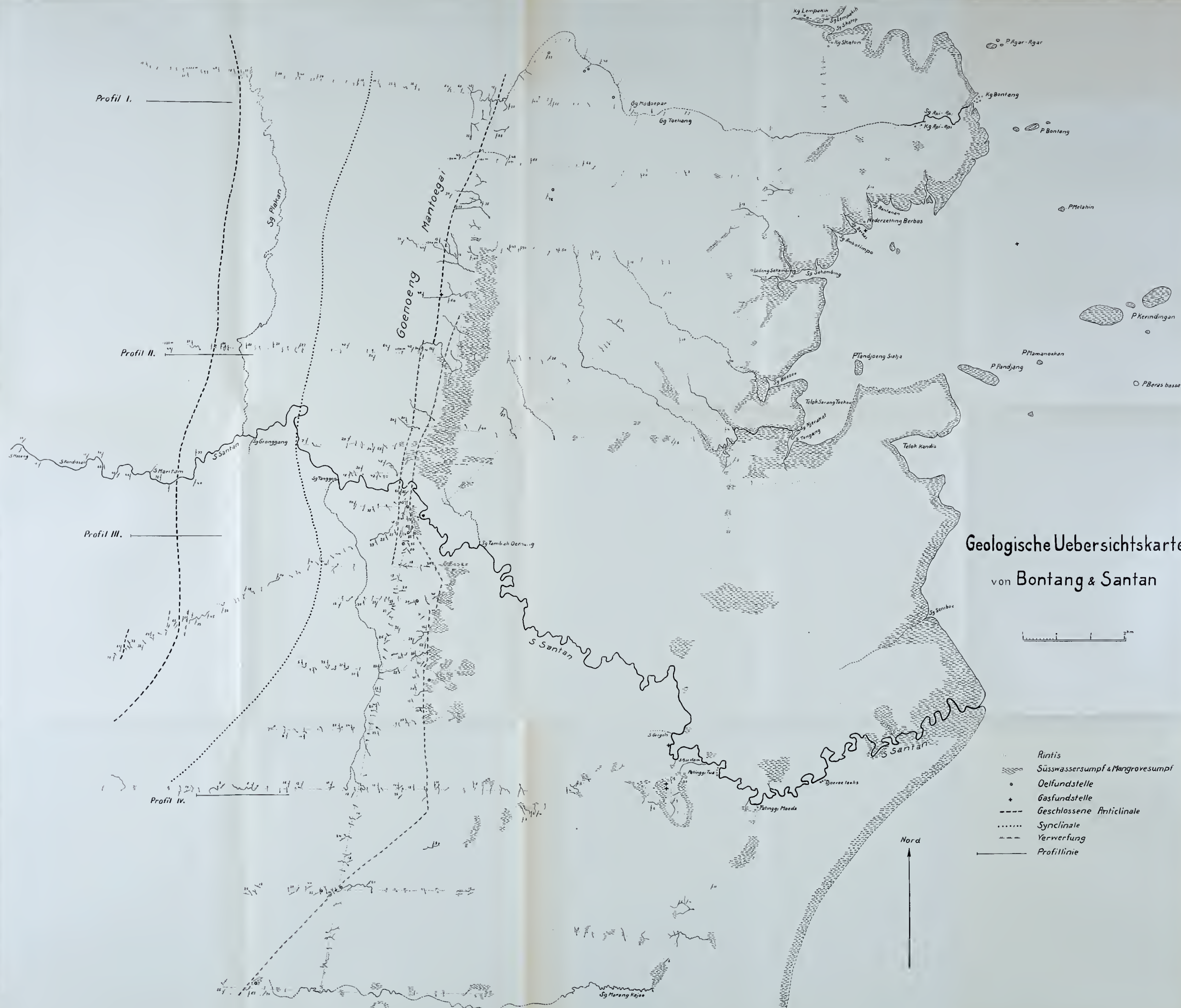
Die Mächtigkeit des jüngeren Tertiärs in der Gegend von Bontang dürfte etwa 2500 m betragen: auf den beigegebenen Profilen ist es vielleicht etwas zu mächtig dargestellt.

Bezüglich der *Tektonik* können wir hauptsächlich auf die Karte und die Profile hinweisen und im Text recht kurz sein.

Durch den westlichen Teil des Gebietes zieht sich eine tief aufgefaltete, NNO—SSW streichende Antiklinale, die in ihrem ganzen Verlauf durch sehr steile — übrigens noch sekundär gefaltete — Kernschichten gekennzeichnet ist.

Eine zweite, tief aufgefaltete, ebenso NNO—SSW streichende Antiklinale durchzieht den mittleren Teil des Gebietes. Im Norden ist sie einfach gebaut: ein mächtiges Gewölbe mit noch flachen Scheitelschichten steigt in seiner Axe nach Süden allmählich an. Hier im Süden werden die Kernschichten stark zusammengepresst und durch zwei oder mehr Verwerfungen kompliziert. Ein Hauptbruch im Scheitel der Antiklinale bringt im Süden pliozäne Schichten in direktem Contact mit altmiozänen Lagen, welche letztere den westlichen, stehen gebliebenen Teil einer kuppelförmigen Erhebung innerhalb der Falte markieren.

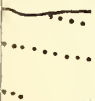
Östlich von dieser zweiten Antiklinale bildet das Jung-Tertiär eine einfache, ostwärts und schliesslich unter das Meer tauchende Platte.





ng

2 km



lioc

Geologische Querprofile zwischen Bontang & Santan (Ostküste v. Borneo).



≡ Miocaen ▨ Pliocaen

Van de Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën verschenen de volgende stukken:

Mijnbouwkundige Serie. Deel I. f 15.—

EERSTE STUK. (f 0.65). †)

- J. C. F. BUNGE, De ontwikkeling van het Staatsmijnbedrijf „ 1.—
W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, De steenkool en de kolenmijnbouw in den modernen tijd, eene technisch-economische studie „ 1.—

TWEEDE STUK. (f 1.50).

- J. A. GRUTTERINK, De Santa Barbara Fosfaatmijn op het eiland Curaçao. *)
J. A. GRUTTERINK, De Fosfaatmarkt. Een technisch-commercieele studie over de behoefte aan, de productie en waarde van Fosfaat. *)

DERDE STUK. (f 0.60).

- F. T. MESDAG, De goudmijn „Totok”, te Totok, Noord-Celebes. *)

VIERDE STUK.

- C. L. VAN NES, Eenige mededeelingen over schachtdelven. *)
J. M. F. E. WINTGENS, Enkele mededeelingen over de ontwikkeling van de opwekking en het verbruik van energie op steenkolenmijnen. *)

Geologische Serie. Deel I. (f 7.50) . „ 15.—

EERSTE STUK. (f 0.60).

- W. A. J. M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, De huidige stand der Rijksopsporingen naar delfstoffen, voornamelijk de aangevangen onderzoekingen in Westelijk Noord-Brabant en Zeeland „ 0.75

TWEEDE STUK. (f 4.25).

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië „ 10.—

DERDE STUK. (f 0.60).

- E. T. NEWTON, On the remains of *Ursus Etruscus* (= *U. Arvernensis*) from the Pliocene Deposits of Tegelen sur Meuse. *)
J. LORIÉ, Roode keileem en rood zand in Nederland. *)

VIERDE STUK. (f 0.60).

- H. G. JONKER, De beteekenis van de kleur der keileem in Nederland. *)
J. F. STEENHUIS, Nieuwe bijdrage tot de kennis van de Nederlandsche Zwervelingen. Het voorkomen van het normale bruine Jura-gesteente te Kloosterholt, onder Heiligerlee. *)

VIJFDE STUK. (f 0.60).

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Eerste vervolg „ 1.—

ZESDE STUK. (f 0.60).

- C. T. GROOTHOFF, De greisenvorming in het Batoe-Besie granietmassief (Billiton). *)

†) Prijs voor leden.

*) Niet afzonderlijk in den handel.

ZEVENDE STUK. (f 1.25).

- B. G. ESCHER, De kwalitatieve en de kwantitatieve trillingsfiguur van optisch tweeassige middenstoffen f 0.75
J. VERSLUYS, De onbepaalde vergelijking der permanente beweging van het grondwater. *)
R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Tweede vervolg f 1.—

Geologische Serie. Deel II. f 15.—

EERSTE STUK. (f 2.—).

- W. C. KLEIN, Het Diluvium langs de Limburgsche Maas. f 2.50

TWEEDE STUK. (f 1.—).

- C. G. S. SANDBERG, Over het verband tusschen metamorphisme en tectoniek in intensief gevouwen gebieden, en den tertiairen ouderdom der alpengranieten. *)

DERDE STUK. (f 0.60).

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Derde vervolg f 1.—

VIERDE STUK. (f 0.60.)

- R. D. M. VERBEEK, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Vierde vervolg. f 1.—

VIJFDE STUK. (f 1.25.)

- A. H. BLAAUW, De Kiezelwieren als „Gidsfossielen” voor onze alluviale gronden.
Dr. D. J. HISSINK, Limburgsche kleefgrond en Terra Rossa.
Dr. J. LORIÉ, De vennen van Oisterwijk in Noord-Babant II.
P. HÖVIG, De beteekenis der Zuid-Sumatrasche anticlinalen.
W. HOTZ en L. RUTTEN, Geographisch-Geologische Beschreibung des Küstengebietes von Koetei zwischen Bontang und dem Santan Fluss (Ost Borneo).

Geologische Serie. Deel III. (f 5.—) . f 7.50

- J. F. VAN BEMMELEN, Over uitgestorven vogels der Chattam-Eilanden.
J. H. BONNEMA, Is de kennis der Recente Ostracoden van belang voor de studie der Palaeozoische?
J. BOTKE, Het geslacht Aechmina, Jones et Holl.
H. A. BROUWER, Geologische Verkenningen in de Oostelijke Molukken.
M. H. CARON, Het Zwavelvoorkomen van den Kawah Idjen.
N. WING EASTON, Het Caldeira-Probleem.
B. G. ESCHER, Beschouwingen over het opvullings-mechanisme van diepzeeslenken.
CH. TH. GROOTHOF, Eenige merkwaardige gesteenten van Billiton.
E. C. N. VAN HOEPEN, De ouderdom der Transvaalsche Karroolagen.
W. N. KUIPER, Eene nieuwe Ostracode uit de bovensilurische mergel van Mulde op Gotland.
Dr. J. LORIÉ, De vennen van Oisterwijk in Noord-Brabant.
E. C. JUL. MOHR, Over ijzerconcreties en lateriet in Nederlandsch-Indië.
L. RUTTEN, Vier dwarsprofielen door de Tertiaire Mergelzone tusschen Soerabaja en Ngawi.
A. L. W. E. VAN DER VEEN, Een Kinetisch op-te-vatten Kristalstructuur.
E. C. ABENDANON, Een Palaeogeographische gevolgtrekking in verband tot de kristallijne Schisten-Formatie van Midden Celebes.